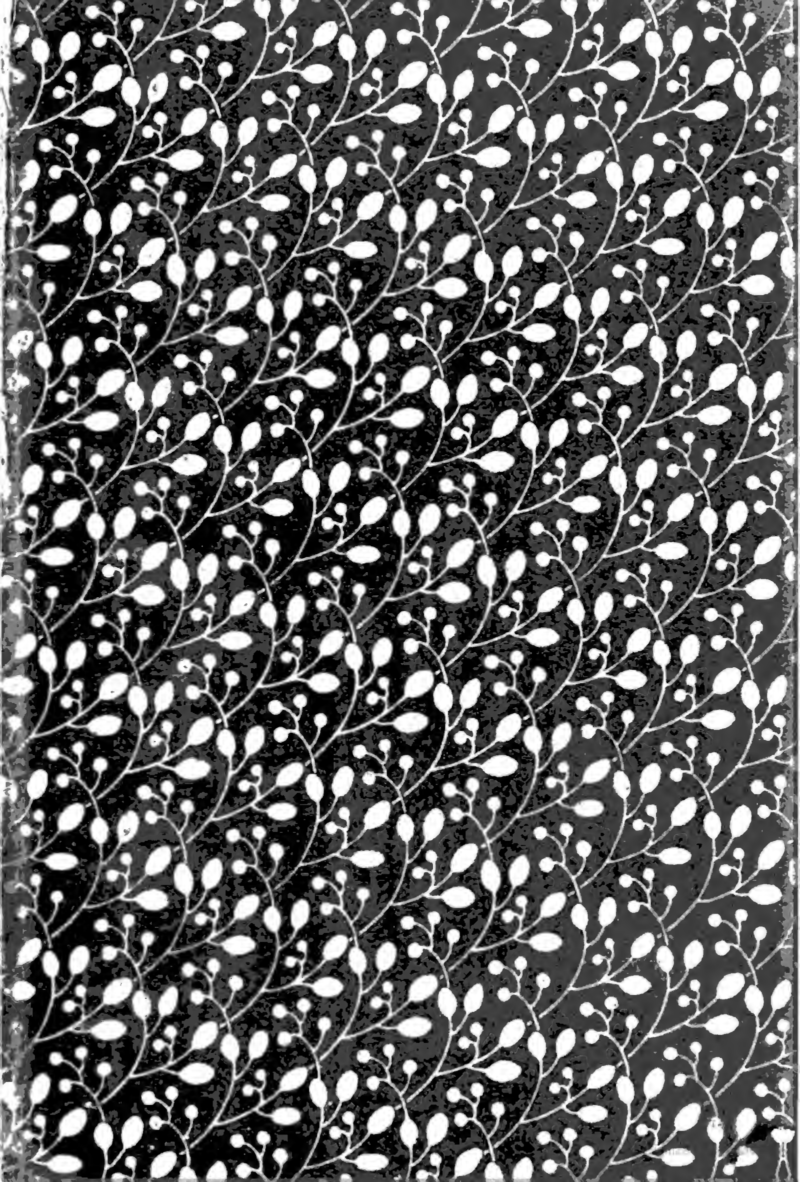
Lehrbuch der Zoologie für Studierende

Joahn Erik Vesti Boas


SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS



LEHRBUCH
DER
ZOOLOGIE
FÜR STUDIERENDE

VON

DR. J. E. V. BOAS
PROFESSOR DER ZOOLOGIE
AN DER KGL. LANDWIRTSCHAFTLICHEN HOCHSCHULE IN KOPENHAGEN

ACHTE,
VERMEHRTE UND VERBESSERTE AUFLAGE

MIT 683 ABBILDUNGEN IM TEXT



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1920

Vorwort zur ersten Auflage.

Das vorliegende Buch hat sich in erster Linie die Aufgabe gestellt, denjenigen Studierenden als Leitfaden zu dienen, in deren Studienplan die Zoologie einen Platz unter den naturwissenschaftlichen Vorbildungsfächern einnimmt: es ist also zunächst für Studierende der Medizin, Veterinär- und Forstwissenschaft etc. bestimmt. Diese Bestimmung ist für die ganze Anlage des Buches und für die speziellere Darstellung maßgebend gewesen. Der Verfasser hat sich überall bestrebt, das Wesentlichere hervorzuheben und das Nebensächliche zurücktreten zu lassen; dabei wurde noch der Stoff möglichst begrenzt, manches — nicht selten mit Widerstreben — ausgeschlossen, was für den Zweck nicht notwendig erschien. Bei der Auswahl des Vorzutragenden wurde darauf Gewicht gelegt, ob dasselbe sich für den Standpunkt der betreffenden Studierenden faßlich darstellen ließ und einem Verständnis zugänglich war; wenn solches nicht der Fall war, wurde von einer Darstellung gänzlich abgesehen oder, wenn notwendig, die Sache nur berührt. Die allgemeineren wissenschaftlichen Ergebnisse der Forschung wurden möglichst in den Vordergrund gestellt, jedoch nur, wenn sie dem Verfasser genügend erhärtet schienen; dagegen wurde von solchen theoretischen Erörterungen Abstand genommen, denen entweder dieser Charakter nicht zuerkannt werden konnte, oder welche für den Standpunkt der betreffenden Studierenden nicht elementar genug erschienen. Auf eine Diskussion zweifelhafter Fragen wurde, als in einem solchen Lehrbuch prinzipiell unzulässig, fast gänzlich verzichtet. In bezug auf einzelnes ist hervorzuheben, daß das „Systematische", d. h. die Darstellung der Gruppen niederen Ranges, in der Weise behandelt wurde, daß meistens statt des üblichen systematischen Skeletes lediglich Beispiele vorgeführt wurden, welche dann aber wirklich charakterisiert worden sind; nur bei den Wirbeltieren hat sich der Verfasser manchmal eine mehr skeletmäßige Aufzählung der Formen erlauben dürfen, weil letztere den Studierenden als für unseren Zweck hinlänglich bekannt vorausgesetzt werden konnten. Ueberall hat der Verfasser sich

bemüht, dem Studierenden die Aneignung des Stoffes durch Faßlichkeit der Darstellung und Vermeidung überflüssiger Kunstausdrücke zu erleichtern. Die zahlreichen Figuren, von welchen viele schematisch gehalten sind, dienen demselben Zweck.

Das Buch ist eine Neubearbeitung meines im Jahre 1888 in dänischer Sprache erschienenen Lehrbuches. Die vorliegende, von mir selbst besorgte deutsche Ausgabe — zu deren Veranstaltung ich von namhaften deutschen Fachgenossen aufgefordert wurde — unterscheidet sich aber nicht unwesentlich von jenem. In der speziellen Darstellung ist natürlich durchweg bei der Auswahl der Formen und bei Angabe von Fundorten auf die Fauna Deutschlands Bezug genommen. Ferner sind aber auch manche andere Aenderungen vorgenommen: ein ganzer Abschnitt des Allgemeinen Teils (Biologie) ist hinzugekommen, andere Stücke sind gänzlich umgearbeitet worden, überall sind kleinere Aenderungen und Verbesserungen angebracht; eine ansehnliche Anzahl neuer Figuren sind hinzugekommen, resp. an die Stelle älterer getreten.

Bei dem Umstande, daß das Deutsche, wenn ich mich desselben auch ohne besondere Schwierigkeit bediene, doch nicht meine Muttersprache ist, erschien es mir geboten, den von mir verfaßten deutschen Text von einem deutschen Fachgenossen durchsehen zu lassen. Ich habe dabei das Glück gehabt, daß mein lieber Freund Prof. J. W. Spengel in Gießen mir den Freundschaftsdienst erwiesen hat, diese Arbeit zu übernehmen. Ich verdanke es zum großen Teil seinen Bemühungen, daß das Buch in dem sprachlichen Gewande erscheinen kann, in dem es jetzt vorliegt. Allein Prof. Spengel hat sich nicht darauf beschränkt, das Buch sprachlich zu verbessern, sondern er hat mir auch eine ansehnliche Reihe von sachlichen Bemerkungen zugehen lassen, welche an manchen Stellen zu wesentlichen Verbesserungen Anlaß gegeben haben. Ich spreche ihm auch an dieser Stelle meinen wärmsten Dank für das Opfer aus, welches er damit unserer durch lange Jahre immer mehr befestigten Freundschaft gebracht hat.

Möge das Buch auch in Deutschland, dessen Forschern ich so vieles verdanke, eine wohlwollende Aufnahme finden.

Kopenhagen, März 1890.

Vorwort zur achten Auflage.

Durch die lange Reihe von Jahren, die seit der ersten Auflage vergangen sind, und in welchen das Buch eine Anzahl Auflagen erlebt hat, ist sein Grundplan unverändert geblieben. Im Laufe der Zeit ist aber selbstverständlich trotzdem sehr vieles geändert worden, und ich habe viel Zeit und Mühe auf seine Verbesserung verwendet und mich auch redlich bemüht, mit den Fortschritten der Wissenschaft Schritt zu halten; daß ich das Ideal erreicht haben sollte, alles Neue in gebührender Weise zu berücksichtigen, darf ich allerdings nicht hoffen; andererseits möchte ich aber hervorheben, daß, wenn nicht immer das neueste „Resultat“ verzeichnet wurde, es manchmal darin seinen Grund hatte, daß ich von dessen Richtigkeit nicht überzeugt war.

Was die vorliegende Auflage betrifft, so darf dieselbe als eine recht wesentlich erneuerte bezeichnet werden. Die größte Aenderung besteht darin, daß in dem Allgemeinen Teil ein neuer Abschnitt: Physiologie aufgenommen ist, was hoffentlich allgemein als eine wesentliche und erwünschte Zugabe betrachtet werden wird; ich erlaube mir hervorzuheben, daß dies schon in einer dänischen Ausgabe des Buches von 1916 geschehen ist, also nicht etwa eine Nachahmung eines 1918 erschienenen deutschen zoologischen Lehrbuches ist. Auch einen besonderen Abschnitt über Erblichkeit wird man in der vorliegenden Auflage finden. Von anderen Aenderungen und Zusätzen hebe ich diejenigen hervor, die im Abschnitt über Entwicklungsgeschichte, am Anfang des Speziellen Teiles, bei den Würmern, beim Schädel der Wirbeltiere (Schläfendach) stattgefunden haben. Außerdem sind zahlreiche kleinere Aenderungen und Zusätze, auch manche neue Figuren eingefügt worden.

Auch bei der vorliegenden Auflage hat mein Freund Professor Spengel in derselben Weise wie bei sämtlichen früheren mitgewirkt, und ich habe alle Ursache, ihm für die uneigennützige Arbeit, die er

dem Buche gewidmet hat, und für seine stetige Anregung in höchstem Grade dankbar zu sein. Dabei habe ich natürlich die volle Verantwortung für alle Einzelheiten; wo Prof. Spengels und meine Anschauung über einen Punkt nicht zusammentrafen, ist meine selbstverständlich stehen geblieben.

Kopenhagen, Oktober 1919.

J. E. V. Boas.

Inhaltsverzeichnis.

Allgemeiner Teil.

Spezieller Teil.

Allgemeiner Teil.

I. Zelle und Gewebe (Histologie).

Die niedrigste Stufe im Tierreich wird von einer Gruppe einfach gebildeter Wesen eingenommen, die man mit dem gemeinsamen Namen Protozoen bezeichnet. Wir beginnen damit, eine einzelne der vielen Formen, die zu dieser Gruppe gehören, eine Amöbe, zu betrachten.

Die Amöben sind mikroskopische Organismen, die man häufig im Süßwasser findet. Ihre äußere Form ist unregelmäßig und unbestimmt; sie bestehen aus einer Masse, die als Protoplasma bezeichnet wird, einer fein gekörnten, dickflüssigen Substanz, die, chemisch betrachtet, aus einer Mischung verschiedener Stoffe besteht, unter denen Eiweißkörper eine Hauptrolle spielen; außerdem enthält das Protoplasma reichliches Wasser und verschiedene andere Stoffe. Im Protoplasma eingeschlossen findet sich ein kugeliger oder ovaler Körper, der Kern, der von einer dünnen Haut begrenzt ist und eine Flüssigkeit enthält, in welcher einige kleine Körperchen sich befinden. Die Amöbe besitzt eine Reihe von Eigenschaften, von denen die zunächst in die Augen fallende das Vermögen ist, sich zu bewegen: von der Oberfläche werden kleine Fortsätze, sogenannte Pseudopodien, ausgesandt, indem gewisse Teile der Substanz der Amöbe nach der betreffenden Stelle hinströmen; die Pseudopodien werden wieder zurückgezogen und neue gebildet; überhaupt sind die Teilchen des kleinen Körpers in beständiger Bewegung, was sich darin zu erkennen gibt, daß die Körner hin und her bewegt werden. Diese Beweglichkeit des Protoplasmas verleiht der Amöbe ferner das Vermögen, über die im Wasser befindlichen Gegenstände mit geringerer oder größerer Schnelligkeit hinzugleiten, zu kriechen. Die Bewegungen können erfolgen, ohne daß eine äußere Einwirkung auf die Amöbe stattfindet, durch innere Zustände der Amöbe: sie werden dann als spontan (freiwillig) bezeichnet. In anderen Fällen sind sie die Folgen einer

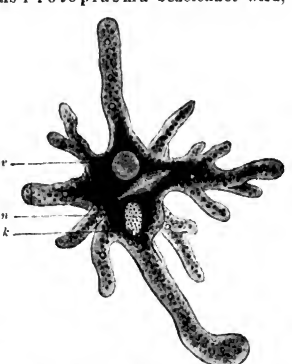


Fig. 1. Amöbe, stark vergrößert *k* Kern, *n* aufgenommene Nahrung (Alge), *r* Vacuole. Zwischen der Vacuole und dem Kern sieht man eine Diatomee, welche von der Amöbe aufgenommen ist. — Nach Leidy.

äußeren Einwirkung, eines „Reizes"; der plötzlichen Berührung irgendeines Gegenstandes folgt z. B. in der Regel eine Bewegung, oft ein Zurückziehen der Pseudopodien; die Bewegung geht aber auch in solchen Fällen von der Amöbe selbst aus, sie ist nicht direkt durch die äußere Einwirkung verursacht, diese gibt vielmehr nur eine Veranlassung zu derselben ab. Auch Temperaturänderungen wirken auf die Amöbe ein: eine Abkühlung bewirkt, daß ihre Bewegungen langsamer werden, eine mäßige Erwärmung, daß sie kräftiger werden. Verschiedene andere Einwirkungen haben verschiedene Folgen[1]). Man bezeichnet dieses Vermögen der Amöbe, auf eine äußere Veranlassung zu reagieren, als Irritabilität (Reizbarkeit). Ferner zeichnet sich die Amöbe dadurch aus, daß sie aus der Umgebung Teile aufnimmt und diese zu Bestandteilen des eigenen Protoplasmas umbildet: sie ernährt sich, was in der Weise vor sich geht, daß sie mit den Pseudopodien andere kleine Organismen und leblose Teilchen organischer Natur umschließt und sie in ihr Protoplasma aufnimmt; aus diesem werden dann diejenigen Teile des aufgenommenen Gegenstandes nach einiger Zeit wieder ausgestoßen, die sich mit dem Protoplasma nicht vereinigen können. Außer solchen festen Körperchen nimmt die Amöbe auch Wasser und den in allen natürlichen Gewässern vorhandenen freien Sauerstoff auf; letzterer ist für ihre Existenz unbedingt notwendig; in sauerstofffreiem Wasser kann die Amöbe nicht leben, wenn auch alle übrigen Bedingungen vorhanden sind. Der aufgenommene Sauerstoff geht eine Verbindung mit einem Teile des im Protoplasma vorhandenen Kohlenstoffes ein und bildet mit ihm Kohlensäure, die entweicht: durch den aufgenommenen Sauerstoff verbrennt ein Teil der Amöbe, und durch eben diese Verbrennung

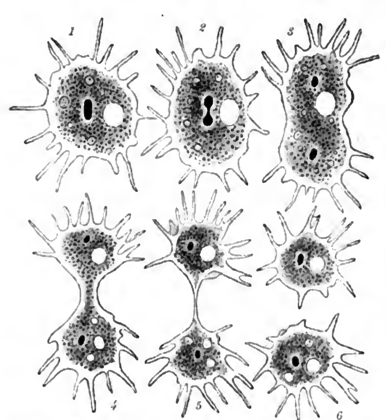


Fig. 2. Amöbe in Teilung, dasselbe Exemplar zu verschiedener Zeit gezeichnet. *1* der Anfang, *6* der Schluß der Teilung. Der dunkle Fleck ist der Kern, der helle die Vacuole. Die ganze Teilung fand im Laufe von 10 Minuten statt, die Kernteilung (*1—3*) im Laufe von $1^1/_2$ Minuten. — Nach F. E. Schulze.

1) Wenn man einen elektrischen Strom durch eine Amöbe sendet, streckt diese ein breites körnerfreies Pseudopodium an der Kathodenseite aus, während sie sich an der Anodenseite kontrahiert. Macht man das Wasser durch Zusatz einer ganz dünnen Kaliumhydratlösung schwach alkalisch, so zieht sich die Amöbe zunächst kuglig zusammen, nachher läßt sie aber dünne, spitze Pseudopodien hervortreten, während sie sonst breite Pseudopodien entsendet; wird das alkalische Wasser durch gewöhnliches ersetzt, so nimmt sie wieder die normale Form an.

wird die Kraft frei, die sich bei den Bewegungen der Amöbe geltend macht (Atmung der Amöbe). Die Amöbe ist sozusagen eine kleine Maschine, in der, ebenso wie in einer Dampfmaschine, Kohlenstoff verbrennt; durch die Verbrennung wird eine gewisse Menge Energie entwickelt, die als Bewegung sichtbar wird. So viel ist klar und sicher; dagegen sind die einzelnen Glieder in der Tätigkeit der kleinen Maschine unbekannt. — Indem der Sauerstoff sich mit einem Teile des Kohlenstoffes der zusammengesetzten Substanzen verbindet, aus dem das Protoplasma besteht, werden gleichzeitig andere Verbindungen gebildet, namentlich Wasser und gewisse stickstoffhaltige Stoffe (Harnsäure), welch letztere in der Amöbe keine Verwendung finden, sondern vielmehr fortgeschafft werden müssen. Diese Abfallstoffe sammeln sich, in Wasser aufgelöst, in kleinen Hohlräumen des Protoplasmas an, die man Vacuolen nennt; indem letztere (oder richtiger: das umgebende Protoplasma) sich zusammenziehen, wird ihr Inhalt aus der Amöbe ausgetrieben. — Aus dem Mitgeteilten erhellt, daß eine stetige partielle Zerstörung der die Amöbe zusammensetzenden Stoffe stattfindet, so daß ihre Masse verringert wird; diese Verringerung wird aber gedeckt durch die obenerwähnte Ernährung, die sogar imstande ist, einen Ueberschuß zu erzeugen, so daß die Amöbe wächst, ihre Masse sich vergrößert. In naher Beziehung hierzu steht die letzte Haupteigenschaft der Amöbe, ihr Vermögen, sich zu vermehren. Die Vermehrung erfolgt durch eine Teilung. Diese wird damit eingeleitet, daß der Kern sich in zwei teilt; hierauf folgt eine Einschnürung des Protoplasmas, das schließlich in zwei ungefähr gleich große Stücke, jedes mit seinem Kern, geschieden wird: die ursprünglich eine Amöbe hat sich in zwei geteilt, von denen jede in derselben Weise wie die ursprüngliche fortlebt. — Durch die ganze Reihe von Eigenschaften, die wir hier angeführt haben, charakterisiert sich die Amöbe als lebendig, als ein Organismus einfachster Art, den leblosen Körperchen gegenüber, die sich neben ihr im Wasser befinden. Mit dem Tod, der durch verschiedenartige äußere Einflüsse (z. B. durch zu große Wärme) bewirkt wird, verliert die Amöbe diese sämtlichen Eigenschaften.

Die Kernteilung der Amöben kann entweder eine einfache Durchschnürung (direkte Kernteilung) oder eine mitotische sein (vgl. S. 5). — Häufig findet bei den Amöben eine Einkapselung statt, während welcher eine mehrfache Teilung vorgeht; schließlich öffnet sich die Kapsel, und die kleinen Amöben treten aus.

Der Hauptsache nach bieten die übrigen sogenannten Protozoen, was Bau und Lebenserscheinungen betrifft, ähnliche Verhältnisse dar wie die Amöbe: sie bestehen aus Protoplasma mit Kern; das Protoplasma ist beweglich und besitzt Irritabilität; sie ernähren sich, sie nehmen Sauerstoff auf, durch den das Protoplasma verbrennt[1]), sie wachsen und vermehren sich usw. Die Abweichungen, welche die Protozoen von der Amöbe darbieten können, sind von relativ untergeordneter Art: die äußerste Lage des Protoplasmas kann eine etwas festere Beschaffenheit als das übrige erhalten, so daß keine eigentlichen Pseudopodien mehr hervorgestreckt werden können, während übrigens das Protoplasma seine Beweglichkeit bewahrt (man beobachtet noch immer Strömungen der Körnchen und grö-

1) Für manche Protozoen hat man nachgewiesen, daß sie kürzere oder längere Zeit ohne Sauerstoff fortleben können. Statt einer Oxydation finden dann Spaltungsprozesse gewisser im Körper vorhandener Stoffe statt, wodurch die nötige Betriebsenergie geliefert wird (durch Zerlegung von Verbindungen, die einen hohen Energiewert besitzen, in Verbindungen niederen Energiewertes wird Energie freigemacht).

bere Veränderungen der Form des ganzen Körpers); im Protoplasma können Flüssigkeitstropfen, Oelkugeln und ähnliches ausgeschieden werden; die Oberfläche des Körpers kann mit feinen, haarartigen Fortsätzen des Protoplasmas, Wimperhaaren, bedeckt erscheinen, die in beständig schwingender Bewegung sind usw. (Genaueres im Spez. Teil unter Protozoen.)

Alle übrigen Tiere, die Metazoen, sind anfänglich, als Eier, ähnliche mit einem Kern versehene lebendige Protoplasmaklümpchen, wie die Protozoen es zeitlebens sind, und stimmen auf diesem Stadium im wesentlichen mit der Amöbe überein. Aber im Gegensatz zu den Protozoen bleiben sie nicht auf dieser Stufe stehen. Das Ei teilt sich in eine große Anzahl von Stückchen, jedes mit seinem Kern, die sich jedoch nicht vollständig voneinander trennen, sondern in einem gewissen Zusammenhang bleiben. Diese durch die Teilung des Eies entstandenen Stücke, von denen jedes die wesentlichen Eigenschaften des Eies und somit auch der Amöbe besitzt, werden mit dem Namen Zellen bezeichnet; durch deren fortgesetzte Teilung und Annahme verschiedener Gestalten (Differenzierung) entwickelt sich der Körper der Metazoen zu seiner definitiven Form. Das ausgebildete Metazoon ist demnach eine innig verbundene Gesellschaft von Zellen, von amöbenähnlichen Geschöpfen in mehr oder weniger modifizierter Gestalt.

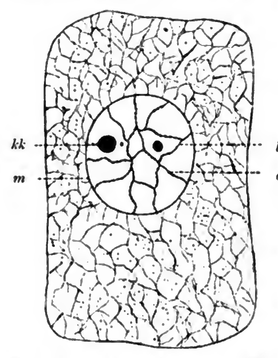


Fig. 3. Eine Zelle (Schema). *c* Chromatinkörner, *kk* Kernkörperchen, *l* Lininfäden, *m* Kernmembran. Im Protoplasma sieht man die Filarmasse.

Die Zellen (Fig. 3) bestehen entweder ihr ganzes Leben hindurch oder jedenfalls in ihrer Jugend aus Protoplasma (Cytoplasma) von ähnlicher Beschaffenheit, wie es das der Amöbe ist. Im Protoplasma unterscheidet man — neben den Körnchen — feine, oft netzartig verbundene Fäden, die Filarmasse, und eine homogene Grundsubstanz, die Interfilarmasse. Es wird von einigen Forschern die Auffassung verfochten, daß die Struktur des Protoplasmas in der Tat eine wabige und daß das Filarnetz nur scheinbar vorhanden und ein Ausdruck der Wabenwände sei. Im Protoplasma findet sich ein bläschenförmiger Kern, der von einer dünnen Haut, der Kernmembran, begrenzt und mit einer wässerigen Flüssigkeit (dem Kernsaft) angefüllt ist und in dem ein Netz feiner Fädchen, das Kernnetz, ausgespannt ist; außerdem finden sich häufig in dem Kern ein oder mehrere rundliche Kernkörperchen. Zuweilen sind in der Zelle, wie auch bei manchen Amöben, zwei oder mehr Kerne vorhanden. Die Zelle besitzt das Vermögen, sich zu teilen; die Teilung wird durch eigentümliche Veränderungen des Kernnetzes eingeleitet, es teilt sich dann der Kern, und schließlich wird das Protoplasma in zwei Teile zerlegt. Auch die übrigen wesentlichen Eigenschaften der Amöbe besitzt die Zelle: sie nimmt Sauerstoff und Nahrung auf usw.

Bezüglich des Kerns ist folgendes zu bemerken. Das Kernnetz be-

steht aus feinen Fäden einer nicht färbbaren [1]) Substanz, Achromatin (Linin). Neben derselben ist im Kern stark färbbares Chromatin (Nuclein) vorhanden, meistens in Gestalt feinster Körnchen auf dem Kernnetz, während die Kernkörperchen gewöhnlich aus einer dritten Substanz, dem Plastin, bestehen, die an Färbbarkeit zwischen den beiden anderen steht.

Die Teilung des Kerns ist in einigen Fällen eine direkte („amitotische"): der Kern schnürt sich einfach quer ein und zerfällt schließlich in zwei. Häufiger ist die Kernteilung indirekt („mitotisch") und findet dann in folgender komplizierten Weise statt: Das ganze Chromatin des Kerns wird zunächst zu einem langen gewundenen

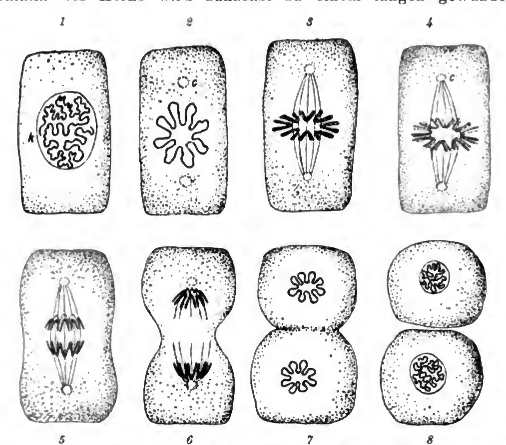


Fig 4. Schema der indirekten Kernteilung. *k* Kernmembran, *c* Centrosom. Vergl. übrigens den Text. — Nach Duval, geändert.

Faden (Fig. 4, 1) umgebildet, der sich in Form einer Rosette (2) ordnet; frühzeitig lösen sich die Kernmembran und die übrigen Teile des Kerns auf. Die Rosette zerfällt dann in eine Anzahl stabförmiger oder gebogener Stücke, die Chromosomen (3). Demnächst spaltet sich jedes Chromosom der Länge nach in zwei (4). Schon vorher bemerkt man im Protoplasma der Zelle zwei Körperchen, die Centrosomen [2]), von

1) Wenn man Zellen in gewisse Farbstofflösungen einlegt, nehmen die verschiedenen Substanzen derselben in sehr verschiedenem Grade den Farbstoff an.

2) Auch in den ruhenden Zellen (d. h. Zellen, deren Kern sich nicht zur Teilung vorbereitet) sind in vielen Fällen Centrosomen (meistens ein Doppelkörperchen) nachgewiesen als winzige Körperchen von rundlicher oder länglicher Form. Vor der Kernteilung nehmen sie an Größe zu. (Ob ihr Vorkommen allgemein ist, kann noch kaum als sichergestellt gelten.)

Fig. 5. Ruhende Epithelzellen mit Centrosomen (die kleinen Doppelpunkte oben). Unten der Kern. — Nach Zimmermann.

denen feine Fädchen zu den Chromosomen hinstrahlen. Die beiden Hälften der Chromosomen bewegen sich jetzt auseinander (5), wie es scheint, durch eine Verkürzung der letztgenannten feinen Fädchen, und es entstehen so zwei getrennte Gruppen von Chromosomen (6); jede Gruppe wird die Grundlage eines neuen Kerns, indem die Chromosomen sich miteinander wieder verbinden und mit einer Kernmembran umgeben (7—8), um schließlich wiederum in das Ruhestadium einzutreten, d. h. dieselbe Gestalt wie die des ursprünglichen Kerns anzunehmen. Schon ehe dies stattgefunden hat, kann das Protoplasma anfangen, sich in zwei Teile, den neuen Kernen entsprechend, zu teilen. — Die geschilderten Umbildungen des Kerns werden als Mitose oder Caryokinese bezeichnet.

Mit dem Namen Chromidien bezeichnet man Fäden, Körnchen, Netze, die im Protoplasma außerhalb des Kerns liegen und wie das Kern-Chromatin gefärbt werden; sie entstammen dem Kern, aus dem man sie in gewissen Fällen hat austreten sehen. Von diesen verschieden sind ähnliche im Protoplasma vorhandene Gebilde, die als Mitochondrien oder Chondriosomen bezeichnet werden, die aber mit dem Kern nichts zu tun haben und auch bei der Färbung sich eigenartig verhalten.

Die Zellen des tierischen Körpers führen, jede für sich, ihr eigenes Leben ähnlich der Amöbe, nehmen Sauerstoff und Nahrung auf usw., unterscheiden sich aber insofern von letzterer, als sie Glieder eines größeren Ganzen und diesem bis zu einem gewissen Grade untergeordnet sind. Ihre Selbständigkeit ist übrigens sehr verschieden. Einige Zellen, die mit dem gemeinsamen Namen Wanderzellen bezeichnet werden, behalten dauernd eine sehr bedeutende Unabhängigkeit und stehen fast in allen Beziehungen auf dem Standpunkte der Amöbe: sie besitzen das Vermögen, Pseudopodien auszusenden, sie bewegen sich, jede für sich, frei in den Hohlräumen des Körpers umher. Während die meisten übrigen Zellen die Nährstoffe (vergl. den Abschnitt Darmkanal) nur in flüssiger Form aufnehmen können, besitzen die Wanderzellen durchweg das Vermögen, auch feste Körperchen aufzunehmen und aufzulösen („Phagocyten“). Diese Eigenschaft zeigt sich z. B. dem Organismus selbst gegenüber, indem in vielen Fällen (z. B. bei der Metamorphose der Insecten) gewisse Partien desselben zugrunde gehen — ohne daß der Organismus als Ganzes abstirbt —, bei welcher Gelegenheit die absterbenden Teile von den Wanderzellen aufgefressen und aufgelöst werden. Auch fremde, in den Organismus eindringende Körperchen, namentlich Bacterien, werden vielfach von ihnen aufgefressen. Zu den Wanderzellen gehören die Blutkörperchen der meisten wirbellosen[1]) Tiere und die weißen Blutkörperchen der Wirbeltiere. — Freie Zellen sind auch noch einige andere Zellformen, namentlich die roten Blutkörperchen der Wirbeltiere, die ebenso wie die Wanderzellen nicht mit anderen Zellen dauernd verbunden sind, sich aber von jenen dadurch unterscheiden, daß sie das Vermögen, Pseudopodien auszusenden und sich selbständig zu bewegen, nicht besitzen; sie werden nur passiv (durch den Blutstrom) im Körper fortbewegt.

Die meisten Zellen des tierischen Körpers sind aber fixe Zellen: sie sind unbeweglich mit anderen Zellen verbunden, können sich nicht frei fortbewegen; auch ihre Form ist insofern eine feste, als sie meist nicht Pseudopodien aussenden können. Die Zellen sind miteinander

1) Hierunter begreift man aus Zweckmäßigkeitsgründen sämtliche Metazoen mit Ausnahme der Wirbeltiere.

verbunden, entweder in der Weise, daß sie durch einen zwischen ihnen abgesonderten Stoff zusammengekittet sind, oder es gehen von einer Zelle zur andern feine Protoplasmafäden, bald ganz kurz, bald länger (Fig. 6).

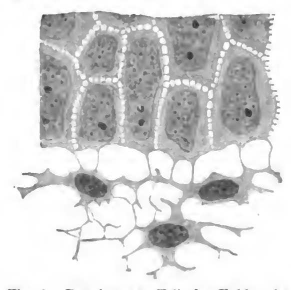
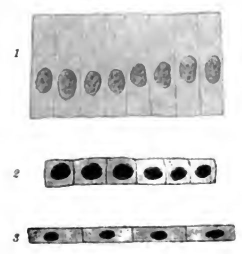


Fig. 6. Der innerste Teil der Epidermis und das angrenzende Bindegewebe eines Axolotls. Zeigt die Protoplasmafäden sowohl zwischen den Epidermiszellen wie zwischen diesen und den Bindegewebszellen und zwischen letzteren unter sich. — Nach Schuberg, geändert.

Die fixen Zellen sind im fertigen Organismus in sehr verschiedenartiger Weise ausgebildet; sie sind spezialisiert, je nach dem verschiedenartigen Bedürfnis des Körpers einseitig ausgebildet. Gewöhnlich sind die Zellen gruppenweise in derselben oder in ähnlicher Weise ausgebildet; eine solche Gruppe von Zellen, die ähnlich entwickelt sind, wird mit dem Namen Gewebe bezeichnet. Von Geweben unterscheidet man vier Hauptgruppen: Epithelien, Stützgewebe, Muskelgewebe, Nervengewebe.

1. Mit dem Namen **Epithelien** werden diejenigen Gewebe bezeichnet, die als dickere oder dünnere Schichten die äußeren oder inneren Oberflächen des Körpers bekleiden und einfach aus nebeneinander gelagerten Zellen zusammengesetzt sind. Die Zellen der Epithelien bestehen in der Regel aus Protoplasma, in dem jedoch Pigment-(Farbstoff-)Körnchen, Fettröpfchen usw. ausgeschieden werden können. Die Form der Zellen ist verschieden; einige sind plattenförmig (die Höhe geringer als die Breite), andere prismatisch, sogenannte



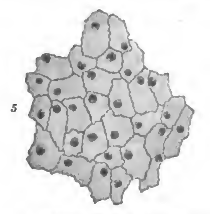
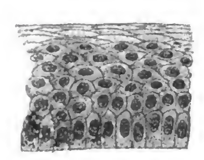


Fig. 7. *1—4* verschiedene einschichtige Epithelien im Durchschnitt; *1* Cylinderepithel, *2* kubisches Epithel, *3—4* Plattenepithel, *5* einschichtiges Plattenepithel von der Fläche.

Cylinderzellen (die Höhe größer als die Breite), oder sie können ungefähr ebenso breit wie hoch sein: sogenannte kubische Zellen.

Die Epithelien können in einschichtige und mehrschichtige eingeteilt werden. Die ersteren bestehen aus einer einzigen Schicht

nebeneinander gelagerter Zellen, die entweder plattenförmig sein können: einschichtiges Plattenepithel, oder Cylinderzellen: einschichtiges Cylinderepithel, oder die Zellen sind ungefähr von gleicher Höhe und Breite. — Die mehrschichtigen Epithelien bestehen aus mehreren Zellenlagen, oder richtiger: ein mehrschichtiges Epithel ist mehrere Zellen hoch, denn seine Zellen sind meistens nicht schichtenweise geordnet.



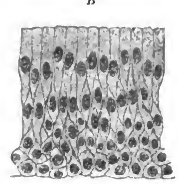


Fig. 8. *A*. Mehrschichtiges Plattenepithel. *B*. Mehrschichtiges Cylinderepithel. Durchschnitte. — *A* nach Böhm und Davidoff, *B* nach Gegenbaur.

Die äußersten Zellenlagen sind es besonders, die in diesen Epithelien Verschiedenheiten darbieten. Zuweilen sind die äußersten Lagen plattenförmig, und das Epithel wird dann als mehrschichtiges Plattenepithel bezeichnet; in anderen Fällen ist die äußerste Lage aus Cylinderzellen gebildet: mehrschichtiges Cylinderepithel.

Die Epithelzellen — sowohl der ein- wie der mehrschichtigen Epithelien — können auf der freien Fläche mit feinen, haarähnlichen Anhängen ausgestattet sein, die in steter regelmäßiger, schwingender Bewegung sind, Wimperhaaren (Cilia); solche Zellen bezeichnet man als Wimperzellen (Flimmerzellen, Fig. 9) oder, wenn sie nur eine einzige stärkere Geißel (Flagellum), tragen, als Geißelzellen (Fig. 10). In einigen Fällen trifft man diese Zellen mehr vereinzelt, resp. gruppenweise, zwischen anderen Zellen (in den mehrschichtigen Epithelien natürlich nur in der äußersten Lage), in anderen Fällen besteht das ganze Epithel — bei den mehrschichtigen Epithelien die äußerste Lage — ausschließlich oder überwiegend aus solchen Zellen. Derartige Epithelien heißen Wimperepithelien.



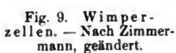


Fig. 9. Wimperzellen. — Nach Zimmermann, geändert.

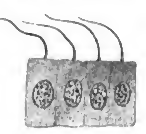


Fig. 10. Geißelzellen. — Nach Böhm und Davidoff.



Fig. 11. Einschichtiges Cylinderepithel mit Cuticula, *c*. Durchschnitt.

Nicht selten sondern die Epithelzellen auf ihrer freien Fläche je eine kleine Platte von festerer Konsistenz ab, eine Cuticularplatte

(auch häufig Cuticularsaum genannt); gewöhnlich stehen die Cuticularplatten benachbarter Zellen in engerem Zusammenhang und bilden somit einen einheitlichen Ueberzug des Epithels, eine Cuticula (Fig. 11), die zuweilen eine bedeutende Dicke und Festigkeit erlangen kann (Arthropoden).

Auf der inneren Seite eines Epithels, auf der Grenze des unterliegenden Gewebes, ist in manchen Fällen ebenfalls ein Cuticula-ähnlicher, dünnerer oder dickerer Ueberzug vorhanden, die sog. Basalmembran.

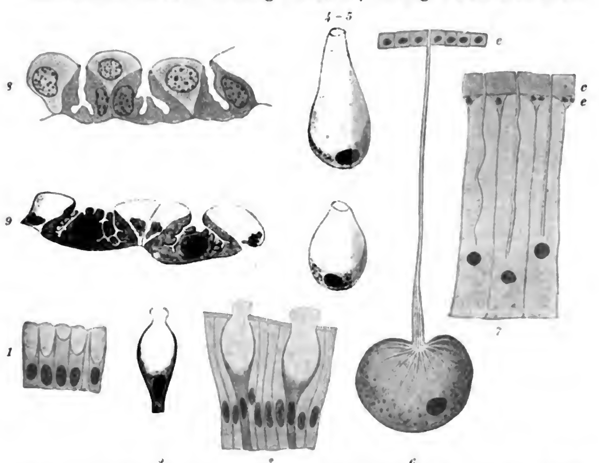


Fig. 12. Verschiedene Formen secernierender Epithelzellen. *1* Zellen aus dem Epithel des Magens vom Menschen mit dem Secret in einer Aushöhlung am freien Ende der Zelle. *2* Becherzelle. *3* zwei Becherzellen in einem Cylinderepithel. (*2—3* aus dem Dünndarm des Menschen; ein Schleimtropfen tritt aus den Becherzellen hervor). *4—5* Becherzellen von der Haut einer Schnecke. *6* kolbenförmige Zelle von der Haut eines Krebses; diese ist in eine lange Röhre ausgezogen, die sich auf der Oberfläche öffnet und mit mehreren feinen Röhren im Protoplasma der Zelle in Verbindung steht. *7* drei große secernierende Zellen von der Haut einer Schabe *(Blatta)*, jede mit einem langen Röhrchen versehen, welches die Cuticula durchbohrt und sich weit in die Zelle hinein fortsetzt. *8—9* kanalisierte Zellen zwischen gewöhnlichen Zellen sitzend (*8* von einem Harnkanälchen des Frosches, *9* von einer Magensaftdrüse der Katze). *c* Cuticula, *e* Epithel. — Nach versch. Verff.

Die Epithelien haben zunächst die Aufgabe, eine schützende Decke für die anderen Gewebe zu bilden. Zu dieser Funktion können noch andere treten. Namentlich wirken die Epithelien häufig als Werkzeuge einer Absonderung (Secretion) von Stoffen, gewöhnlich Flüssigkeiten, die entweder eine Bedeutung und weitere Verwendung im Körper haben oder aus diesem ausgeschieden werden sollen. Die Epithelzellen, welche diese Aufgabe haben, sind in manchen Fällen anderen Epithelzellen ganz ähnlich, es können Cylinderzellen, kubische

Zellen usw. sein, die weder in der Form noch in der Beschaffenheit des Protoplasmas als etwas Besonderes erscheinen. Oftmals zeichnen sich aber solche absondernde (secernierende) Epithelzellen dadurch aus, daß daß Protoplasma stark körnig oder in anderer Weise abweichend ist, und in manchen Fällen ist auch die Form der Zelle eigentümlich. Es gibt z. B. absondernde Zellen, die am freien Ende mit einer Oeffnung versehen sind, die in eine mehr oder weniger tiefe Aushöhlung[1]) hineinführt; in letzterer findet sich der abgesonderte Saft, das Secret, das durch die Oeffnung die Zelle verläßt; die ganze Zelle hat die Form eines Topfes oder Glases: Becherzellen (Fig. 12, 1—5). Die secernierenden Zellen können sich weiter derartig gestalten, daß jede mit einer feinen Röhre versehen wird (6—7), die sich in die Zelle hinein fortsetzt (7), bisweilen mit mehreren Aesten (6); oder es finden sich im Protoplasma verzweigte Kanälchen, die an der freien Fläche der Zelle ausmünden (kanalisierte Zellen, 8—9).

Die secernierenden Zellen liegen manchmal zerstreut (Fig. 12, 3), in einem Epithel, das übrigens aus Zellen zusammengesetzt ist, die nicht absondernd sind; solche isolierte absondernde Zellen werden als einzellige Drüsen bezeichnet: im Darmepithel der Säugetiere finden sich z. B. zerstreute Becherzellen, bei manchen niederen Tieren finden sich in der Epidermis ähnliche oder Kolbenzellen (6) usw. Solche einzellige Drüsen können in dem betreffenden Epithel mitten zwischen den übrigen Zellen sitzen (Fig. 12, 3) oder wegen ihrer Größe sich weiter nach innen erstrecken als die übrigen (7) oder nur mit ihrem äußersten Ende mit den übrigen verbunden, übrigens nach innen verlegt sein (6).

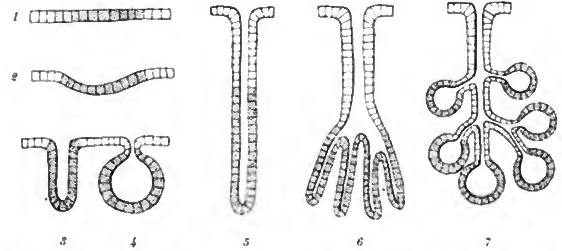


Fig. 13. Schemata von verschiedenen echten Drüsen. Die secernierenden Zellen sind punktiert. *1* die allereinfachste Form: die secernierende Zellenpartie ist gar nicht eingestülpt. *2—5* verschiedene einfache Drüsenformen. *3* und *5* einfache schlauchförmige Drüsen. *6* verzweigte schlauchförmige Drüse. *7* traubige Drüse. — Orig.

In anderen Fällen ist die abscheidende Tätigkeit an größere zusammenhängende Epithelpartien gebunden, die dann gewöhnlich in das unterliegende Gewebe (Bindegewebe) eingestülpt sind; sie werden als echte Drüsen bezeichnet. In ihren einfachsten Formen ist die Drüse eine platte Zellenpartie (Fig. 13, 1), eine Grube (2), ein kleiner

1) Die Aushöhlung ist oft von einem Netz feiner Protoplasmafädchen durchzogen, in dessen Maschen das Secret liegt.

Sack (3—4) oder ein längerer Schlauch (5); in anderen Fällen ist der Schlauch wieder mit Ausstülpungen versehen, die ihrerseits wiederum Zweige besitzen können usw., so daß die zusammengesetzteren Drüsen aus einem reich verästelten System von Schläuchen bestehen, deren Wandung von einer Epithelzellenschicht gebildet wird (die Schläuche werden durch Bindegewebe — vergl. unten — zusammengehalten und gestützt). In solchen größeren Drüsen ist die Absonderung gewöhnlich auf die Endabschnitte der Aeste beschränkt, während die übrigen Teile des Schlauchsystems als Behälter und Ausführungsgänge fungieren; selbst in ganz einfach gebauten Drüsen kann man übrigens eine ähnliche Sonderung eines secernierenden und eines ausführenden Abschnittes finden (Fig. 13, 5). Zuweilen sind die Endabschnitte der Drüsenschläuche kugelig erweitert, in welchem Falle die Drüse als traubige (acinöse) bezeichnet wird, im Gegensatz zu den schlauchförmigen (tubulösen) Drüsen, die derartiger Erweiterungen entbehren.

In den meisten echten Drüsen gehen die Zellen nicht durch die Secretion zugrunde: das Secret ergießt sich in die von den Zellen umgebene Höhlung des Schlauches, und die Zellen bestehen fort. In gewissen Drüsen — z. B. den Talgdrüsen der Säugetiere, der Bürzeldrüse der Vögel — ist die zellige Wand mehrere Zellen dick, und die innersten Zellen verfetten und werden abgestoßen, während die peripherischen Zellen sich teilen und so einen Ersatz liefern: das Secret wird durch die zerfallenen Zellen selbst vertreten. In solchen Fällen kann, wie in den Talgdrüsen der Säugetiere, eine Höhlung in den Drüsenschläuchen ganz fehlen; die Zellen, von denen also die zentralen im Zerfallen begriffen sind, füllen alles aus.

Ueber die Entwicklung der Epithelien als Sinneswerkzeuge vergl. „Sinnesorgane“.

2. Die **Stützgewebe** zeichnen sich dadurch aus, daß sie aus Zellen bestehen, zwischen denen eine mehr oder weniger mächtige Intercellularsubstanz vorhanden ist. Auf einer frühen Entwicklungsstufe im Leben des Tieres bestehen diese Gewebe ebenso wie die Epithelien aus Zellen allein, später sondern aber die Zellen eine Masse von verschiedener Beschaffenheit, die Intercellularsubstanz, um sich her ab; in den ausgebildeten Stützgeweben bildet die Intercellularsubstanz meistens weitaus die Hauptmasse des Gewebes, ebenso wie sie es auch ist, die diesen Geweben ihre wesentliche Bedeutung im Tierkörper verleiht und in der mannigfaltigsten und verschiedenartigsten Ausbildung auftritt, während die Zellen sich einfacher verhalten. — Die Stützgewebe teilen wir in: Bindegewebe, Knorpel, Knochengewebe.

Im Bindegewebe ist die Intercellularsubstanz mehr oder weniger weich; die Zellen sind von verschiedener Form, spindelförmig, sternförmig, platt usw. Das Bindegewebe kann wieder in zelliges Bindegewebe, Gallertgewebe und fibrilläres Bindegewebe geteilt werden. Im ersteren ist die Intercellularsubstanz nur in geringer Menge vorhanden, bildet nur membranartige Scheidewände zwischen den großen, oft bläschenförmigen Zellen. Im Gallertgewebe ist die Intercellularsubstanz gallertig, gleichartig; die Zellen sind abgerundet, sternförmig usw. Das fibrilläre Bindegewebe ist dadurch ausgezeichnet, daß die Intercellularsubstanz wesentlich aus feinsten Fasern, Fibrillen, besteht, die oft zu Bündeln vereinigt sind; in den Spalten zwischen letzteren ist eine Flüssigkeit vorhanden. Die Fibrillenbündel verlaufen in einigen Formen von Bindegewebe in verschiedenen

Richtungen, oft scheinbar ganz ungeordnet, zu bald dichten, bald loseren Massen verwoben; in anderen Fällen verlaufen sie in bestimmten Richtungen; in gewissen Bindegewebeformen (Bänder und Sehnen bei Wirbeltieren) haben die Hauptmasse der Bündel eine und dieselbe Richtung (Sehnengewebe). Häufig finden sich neben den Fibrillenbündeln ver-

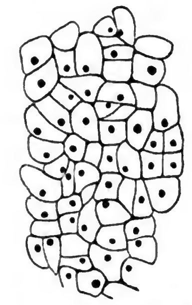


Fig. 14. Zelliges Bindegewebe. — Orig.

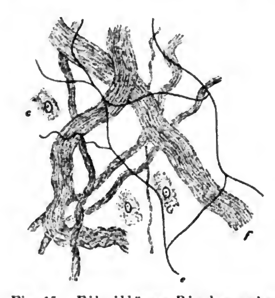


Fig. 15. Fibrilläres Bindegewebe. c Zelle, e elastische Fasern (netzförmig verbunden), f Fibrillenbündel. — Orig.

zweigte, netzförmig verbundene elastische Fasern, die durch ihre Elastizität, durch den eigentümlichen Glanz usw. von den Fibrillen abweichen; sind solche in überwiegender Menge vorhanden, so wird das Gewebe als elastisches Gewebe bezeichnet. — In den Zellen des Bindegewebes sind zuweilen Fett- oder Oeltropfen ausgeschieden, und sie werden dann als Fettzellen bezeichnet; wird viel Fett in einer Zelle ausgeschieden, so fließen die Tropfen oft (z. B. bei den Wirbeltieren) zu einem einzigen zusammen, der so groß werden kann, daß die Zelle zu einer Blase ausgedehnt wird, deren Wand aus Protoplasma besteht, während der Inhalt Fett ist. Finden sich Fettzellen massenhaft im Bindegewebe angehäuft, so bezeichnet man dieses als Fettgewebe[1]). Die Zellen des Bindegewebes können ferner pigmentiert, mit einer größeren oder kleineren Menge von verschiedenfarbigen (meistens dunklen) Farbstoffkörnchen ausgestattet sein: Pigmentzellen. Durch Verschiebung der Pigmentkörnchen im Protoplasma, derart, daß sie näher aneinander gelagert, resp. weiter auseinander gerückt werden, können die Pigmentzellen manchmal ein recht verändertes Aussehen annehmen (Farbenwechsel).

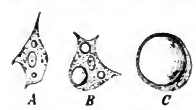


Fig. 16. A—B junge Fettzellen, C ausgebildete Fettzelle mit sehr großem Fetttropfen. — Orig.

Im Knorpelgewebe ist die Intercellularsubstanz fester, gewöhnlich scheinbar gleichartig, homogen[2]) (hyaliner Knorpel), enthält jedoch

1) Fetttropfen können auch in Zellen anderer Gewebe, z. B. in Knorpelzellen und manchen Epithelzellen, z. B. massenhaft in der Leber der Schnecken, vorkommen.

2) Bei näherer Untersuchung ergibt es sich übrigens, daß die scheinbar homogene Intercellularsubstanz in Wirklichkeit einen faserigen Bau besitzt.

zuweilen elastische Fasern (Netzknorpel) oder Fibrillen; die Zellen sind in dieser Form des Stützgewebes, die hauptsächlich bei den Wirbeltieren verbreitet ist, in der Regel abgerundet. — Das Knochengewebe zeichnet sich durch eine noch größere Festigkeit aus, die dadurch zustande kommt, daß in die homogen erscheinende, in Wirk-

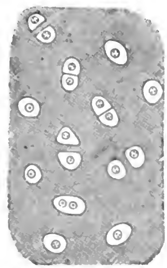


Fig. 17. Hyaliner Knorpel. — Nach Gegenbaur, geändert.

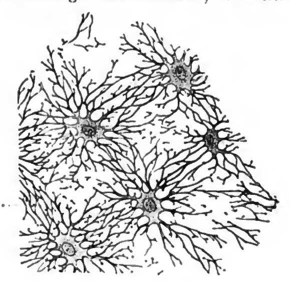


Fig. 18. Knochengewebe. — Nach Gegenbaur.

lichkeit aber aus Fasern bestehende Intercellularsubstanz Kalksalze, besonders phosphorsaurer Kalk, eingebettet sind[1]), die Zellen sind sternförmig, mit verästelten Ausläufern. Dieses Gewebe kommt nur bei Wirbeltieren vor.

3) Die **Muskelgewebe** sind dadurch ausgezeichnet, daß das Protoplasma der Zellen ganz oder teilweise zu einer eigentümlichen kontraktilen Substanz umgebildet ist, die sich nur auf gewisse Reize[2]) zusammenzieht. Schon hierdurch ist diese Substanz vom Protoplasma verschieden, dessen Bewegungen auch spontan eintreten können. Aber auch in einer anderen Beziehung weicht sie vom Protoplasma ab: die Bewegung, welche die Muskelzellen ausführen können, geht immer nur nach einer bestimmten Richtung vor sich, indem sie sich immer äußert als eine Verkürzung und Verdickung (Kontraktion) der betreffenden Zelle, auf die dann eine entsprechende Verlängerung und Verdünnung der Zelle folgt, so daß letztere nach dem Schluß der Bewegung wieder ihr ursprüngliches Aussehen hat. Die fließende Bewegung der Teilchen der Zelle, die wir bei der Amöbe kennen gelernt haben und die überhaupt dem Protoplasma eigen ist, findet man in der kontraktilen Substanz der Muskelzellen nie. Die kontraktile Substanz hat gewöhnlich einen gewissen Glanz, ist klar, homogen, nicht körnig; sie zeigt jedoch allgemein eine Längsstreifung, als Andeutung einer Zusammensetzung aus feinsten Fäserchen, und in manchen Fällen ist sie dazu noch quergestreift, d. h. sie ist in Querscheiben von verschiedenem Lichtbrechungsvermögen geteilt.

In einigen Fällen ist nur ein kleinerer Teil des Protoplasmas der Zellen des Muskelgewebes zur kontraktilen Substanz umgebildet, die

1) Auch im Knorpelgewebe können zuweilen Kalksalze abgelagert werden (verkalkter Knorpel).

2) Woher diese Reize kommen, siehe unten.

dann an der einen Seite der Zelle in Form eines feinen, an beiden Enden zugespitzten homogenen Fadens entwickelt ist (Fig. 19, 1); oder es kann um das Protoplasma herum eine ganze Schicht feiner kontraktiler Fibrillen gelagert sein. In anderen Fällen ist ein größerer Teil oder fast das ganze Protoplasma zu einem ähnlichen Faden umgebildet; darin (oder an der Oberfläche) hat dann der Protoplasmarest mit dem Kern seinen Platz (2). Letztgenannte Form

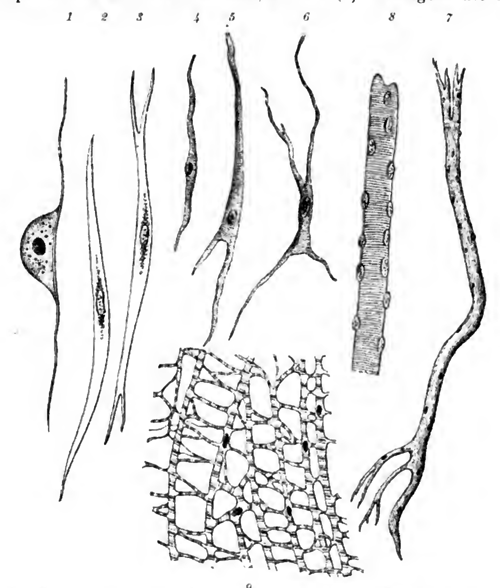


Fig. 19. Muskelzellen und Muskelfasern. *1—3* glatte Muskelzellen; *1*: der größte Teil der Zelle besteht aus Protoplasma, nur ein dünner Faden kontraktiler Substanz, von einem Bandwurm; *2—3* glatte Muskelzellen eines Säugetieres. *4—6* quergestreifte Muskelzellen aus dem Herzen eines Frosches und eines Salamanders. *7* glatte Muskelfaser mit zahlreichen Kernen, von einem Ringelwurm. *8* quergestreifte Muskelfaser von einem Salamander. *9* quergestreifte Muskelfasern, netzförmig verbunden, von einer Landassel. — Zum Teil Orig., zum Teil nach versch. Verff.

der Muskelzellen ist außerordentlich weit verbreitet; sie ist z. B. in der Darmwand der Wirbeltiere und im ganzen Körper der Weichtiere vorhanden. Nicht selten sind solche Muskelzellen am Ende in mehrere Spitzen gespalten (3).

Muskelzellen wie die beschriebenen (1—3) werden als glatte Muskelzellen bezeichnet. Aber nicht selten findet man, daß Zellen

von ähnlicher Form eine Querstreifung besitzen. Solche quergestreifte Muskelzellen (4—6) können ebenso wie die glatten an den Enden zugespitzt oder in mehrere Spitzen gespalten sein, oder sie haben noch andere Formen. Sie finden sich bei manchen niederen Tieren, z. B. an gewissen Stellen im Körper mancher Weichtiere; bei den Wirbeltieren im Herzen. Sie sind besonders an solchen Stellen vorhanden, wo die Kontraktion einen besonders kräftigen Charakter hat.

Die beschriebenen glatten und quergestreiften Muskelzellen haben gewöhnlich nur einen Kern (bisweilen zwei). Im Gegensatz hierzu besitzen die sogenannten Muskelfasern eine größere Anzahl von Kernen, die entweder an der Oberfläche der kontraktilen Substanz oder in letztere eingeschlossen liegen. Es sind Zellen, die zunächst nur einen Kern besessen haben, der sich aber nachher geteilt hat, während der Zellkörper ungeteilt geblieben ist. Die kontraktile Substanz ist entweder glatt oder quergestreift. Vielkernige glatte Muskelfasern (7) finden sich z. B. bei gewissen Würmern. Häufiger sind die quergestreiften Muskelfasern (8), aus denen fast alles Muskelgewebe bei den Arthropoden zusammengesetzt ist und die ebenfalls die Muskeln der Wirbeltiere bilden. Es sind lange Fasern, die oft von einer dünnen Hülle, dem Sarcolemma, umgeben sind; gewöhnlich sind sie an den Enden gerundet, die Enden können aber auch in mehrere oder viele Spitzen gespalten sein, und bisweilen sind die quergestreiften Muskelfasern verästelt und bilden zusammen mit den Nachbarn ganze Netze (9).

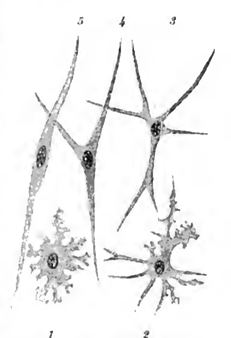


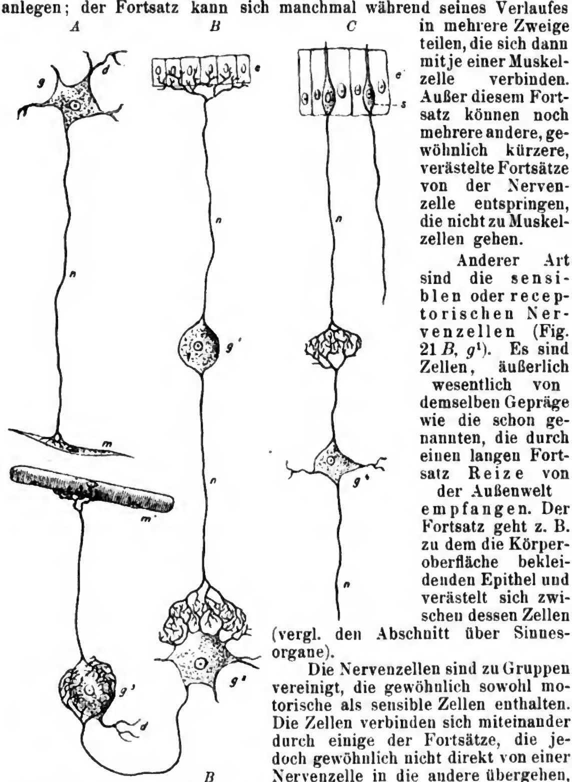
Fig. 20. Bindegewebszelle (*1*), glatte Muskelzellen (*3—5*) und eine Zelle (*2*), welche halbwegs Muskelzelle, halbwegs Bindegewebszelle ist. Aus der Harnblase des Salamanders. — Nach Flemming.

Muskelzellen (und Muskelfasern) treten nicht allein als größere Gewebsmassen, sondern auch häufig isoliert auf, als zerstreute, untergeordnete Bestandteile im Bindegewebe; in solchen Fällen findet man sogar Uebergangsformen zwischen Bindegewebszellen und Muskelzellen: Bindegewebszellen, welche halbwegs Muskelzellen geworden sind (Fig. 20, 2). Wo Muskelzellen (oder -fasern) als größere Gewebsmassen auftreten, ist es in manchen Fällen Bindegewebe, das die Zellen miteinander verbindet, so daß wir im Grunde auch in diesen Fällen isolierte, im Bindegewebe eingelagerte Muskelzellen vor uns haben; das Bindegewebe ist aber hier spärlich, die Muskelzellen überwiegen. — Ueber Epithelmuskelzellen vergl. die Cölenteraten.

4. Nervengewebe. Den Reiz, der für die Kontraktion der Muskelzellen[1]) eine Vorbedingung ist, empfangen sie von anderen Zellen, die als motorische Nervenzellen bezeichnet werden. Es sind

1) Unter „Muskelzellen" begreifen wir hier und überall im folgenden sowohl glatte und quergestreifte Muskelzellen als auch Muskelfasern.

Zellen, die mit je einem fadenförmigen **Fortsatz**, oft von ansehnlicher Länge, versehen sind (Fig. 21, *A*), dessen freies Ende sich in ein Büschel von feinen Aesten auflöst, die sich der Muskelzelle dicht anlegen; der Fortsatz kann sich manchmal während seines Verlaufes in mehrere Zweige teilen, die sich dann mit je einer Muskelzelle verbinden. Außer diesem Fortsatz können noch mehrere andere, gewöhnlich kürzere, verästelte Fortsätze von der Nervenzelle entspringen, die nicht zu Muskelzellen gehen.



Anderer Art sind die **sensiblen** oder **receptorischen Nervenzellen** (Fig. 21 *B*, g^1). Es sind Zellen, äußerlich wesentlich von demselben Gepräge wie die schon genannten, die durch einen langen Fortsatz **Reize** von der Außenwelt **empfangen**. Der Fortsatz geht z. B. zu dem die Körperoberfläche bekleidenden Epithel und verästelt sich zwischen dessen Zellen (vergl. den Abschnitt über Sinnesorgane).

Die Nervenzellen sind zu Gruppen vereinigt, die gewöhnlich sowohl motorische als sensible Zellen enthalten. Die Zellen verbinden sich miteinander durch einige der Fortsätze, die jedoch gewöhnlich nicht direkt von einer Nervenzelle in die andere übergehen,

Fig. 21. Verschiedene Nervenzellen usw. g motorische Nervenzelle mit Dendriten d und einer Nervenfaser n, die sich mit der Muskelzelle m verbindet. g^1 sensible Nervenzelle, durch zwei Nervenfasern n einerseits mit dem Epithel e, andererseits mit der Assoziationszelle g^2 verbunden, welch letztere wieder durch eine Nervenfaser sich mit der motorischen Nervenzelle g^3 verbindet, die zur Muskelzelle m^1 eine Faser entsendet. e^1 Epithel mit Sinneszellen s, welche Nervenfasern n entsenden, die mit Ausläufern von Nervenzellen g^4 in Verbindung treten.

sondern Fortsätze von einer Zelle legen sich an eine andere oder an Fortsätze von einer solchen (Fig. 21 *B*). — Außer den motorischen und sensiblen finden sich übrigens auch noch Nervenzellen, die mit ihren Fortsätzen sich allein mit anderen Nervenzellen, nicht zugleich mit Muskelzellen oder Epithelien, verbinden (g^2): Assoziationszellen.

Es sei hier bemerkt, daß manche Drüsenzellen ebenso wie die Muskelzellen erst in Tätigkeit treten, wenn sie einen Reiz von einer Nervenzelle empfangen; in den Drüsen sieht man deshalb häufig Endverzweigungen von Nervenzellfortsätzen. Aehnlich können Wimperzellen mit motorischen Nervenzellen in Verbindung stehen. Auch für Pigmentzellen gilt dasselbe; die Zusammenballung des Pigmentes in letzteren findet dann infolge einer Reizwirkung statt (Fische usw.)

Die Fortsätze der Nervenzellen, die sie mit anderen Zellen verbinden, nennt man mit einem gemeinsamen Namen Nervenfasern, diejenigen, die zu Muskelzellen gehen, motorische, diejenigen, die Sinnesreize leiten, sensible Nervenfasern. Andere Fortsätze nennt man Dendriten. Eine Nervenzelle mit ihren Fortsätzen wird als ein Neuron bezeichnet. Sowohl in den Nervenfasern wie in den Nervenzellen sind Fibrillen nachweisbar, denen speziell die Reizleitung zugeschrieben wird.

Nicht allein von Nervenzellen, sondern auch von gewissen Epithelzellen entspringen Nervenfasern (Fig. 21 *C*, *s*). Die Epithelzellen, von denen hier die Rede ist, sind gewöhnlich hohe, dünne Zellen mit einem Stiftchen oder mehreren Härchen am freien Ende; sie gehen nach innen in einen langen, dünnen Fortsatz über, der sich schließlich mit einer Nervenzelle verbindet (indem das Ende sich in feine Aeste auflöst, die sich einer Nervenzelle oder einem Fortsatz einer solchen anlegen). Solche Epithelzellen nennt man Sinneszellen, ihr Fortsatz wird als sensible Nervenfaser bezeichnet. — Außer solchen primären Sinneszellen spricht man auch von sekundären Sinneszellen: Epithelzellen, die von den verzweigten Enden sensibler Nervenfasern umsponnen werden oder in welche solche eintreten; auch sie tragen allgemein Stiftchen oder Härchen an ihrem freien Ende.

Häufig sind die Nervenfasern von Scheiden besonders entwickelten Bindegewebes umgeben. Die meisten Nervenfasern der Wirbeltiere sind z. B. von einer doppelten Scheide umgeben, der stark lichtbrechenden, fettartigen Markscheide zu innerst und der dünnen Schwannschen Scheide oder dem Neurilemma zu äußerst. Andere Nervenfasern der Wirbeltiere sind allein von Neurilemma umgeben.

Die Anzahl der Zellen des ausgebildeten Tieres ist meistens eine außerordentlich große, zählt vielfach nach Billionen. In einigen Tiergruppen ist die Zahl jedoch bescheidener, so daß es Tiere gibt, deren Zellenzahl nur nach Tausenden oder gar nach Hunderten zählt. Zu den Tieren mit besonders geringer Zellenzahl gehören die Mesozoen, weiter die Rädertiere und manche Rundwürmer.

In einigen Geweben, z. B. in manchen Epithelien und Stützgeweben, findet durch das ganze Leben in ausgedehntem Maße ein Untergang und Neubildung (durch Teilung) von Zellen statt, während dagegen in anderen Teilen alles sich konservativer erhält, z. B. Nervenzellen sind bei Wirbeltieren nur so viele vorhanden, wie vom Anfang beim ganz jungen Tier gebildet wurden, die einmal gebildeten bleiben lebenslänglich bestehen, und neue werden später nicht gebildet.

Eigenleben der Zellen und Gewebe. Wie bereits oben berührt, sind die Zellen und Gewebe von dem Organismus, dem sie angehören, abhängig, führen aber dabei innerhalb desselben ihr eigenes Leben und können dieses auch für einige Zeit außer Verband mit dem übrigen Körper weiterführen. Unter günstigen Verhältnissen vermögen sogar abgetrennte Gewebestücke sich Wochen, ja viele Monate lebend zu erhalten, und in geeigneter Nährflüssigkeit können sich die Zellen sogar vermehren und ein abgetrenntes Gewebestück bedeutend an Gewicht zunehmen; isolierte Nervenzellen können unter solchen Umständen in lange Fortsätze auswachsen; in kleinen ausgeschnittenen Hautstücken angebrachte Wunden können vernarben. Hodenfollikel von Schmetterlingspuppen, die steril auspräpariert werden, können in einem Bluttropfen derselben, in einer kleinen Glaszelle eingeschlossen, die ganze Samenkörperbildung im Laufe von drei Wochen leisten.

II. Organe.

Bei den niedersten Metazoen, den Cölenteraten, ist der Körper in den einfachsten Fällen folgendermaßen aufgebaut (Fig. 22).

Der ganze Körper bildet einen an einem Ende geschlossenen Schlauch, dessen Wand aus zwei Epithelschichten zusammengesetzt ist, welche durch eine mittlere strukturlose (in anderen Fällen bindegewebige) Schicht getrennt sind. Die Epithelschichten bestehen teils aus einfachen protoplasmatischen Zellen, teils aus Muskelzellen, Nervenzellen usw.; auch Eier und Samenzellen werden darin gebildet. In die Höhlung des Schlauches wird die Nahrung aufgenommen und verarbeitet.

Bei anderen Metazoen ist der Aufbau komplizierter, die Sonderung in unterschiedene Teile weiter gegangen. Während man bei jenen Cölenteraten höchstens eine Haut (die Außenlage) und einen Darmkanal (die Innenlage) unterscheiden kann, treten bei den übrigen andere gesonderte Werkzeuge oder Organe auf. Bereits bei manchen Cölenteraten können Nervenzellen sich derart an gewissen Stellen häufen, daß man von einem Nervensystem reden könnte; gewisse Teile der äußeren Epithellage können sich zu Augen oder „Gehörorganen" umbilden etc. Weiter geht es aber bei den anderen Metazoengruppen, bei denen man eine ganze Reihe gesonderter Organe unterscheidet: Haut, Muskelsystem, Excretionsorgane, Fortpflanzungsorgane usw. Das allgemeine Verhalten dieser Organe soll im folgenden behandelt werden.

1. Haut.

Die Haut, welche die äußere Begrenzung des Körpers bildet, besteht in den einfachsten Fällen nur aus einem Epithel, der Epidermis oder Oberhaut. An diese

Fig. 22. Längsschnitt durch einen einfachen Cölenteraten. Man sieht die beiden Epithelschichten und die dünne Mittellage (die schwarze Linie) zwischen ihnen.

schließt sich aber häufig eine bindegewebige Schicht, die Lederhaut, Corium, an. Bei den meisten Metazoen ist die Epidermis ein einschichtiges Epithel, das aus höheren oder platteren Zellen besteht; bei den Wirbeltieren ist sie aber ein mehrschichtiges Epithel, dessen äußere Zellen in der Regel verhornen und dadurch eine schützende Decke für die inneren bilden. Eine ähnliche Decke ist bei vielen anderen Metazoen in Form einer dünneren oder dickeren, weicheren oder festeren Cuticula vorhanden (Borstenwürmer, Insecten u. a.). Wimperhaare können vorhanden sein oder fehlen; im ersteren Fall können sie über die ganze Oberfläche verbreitet oder auf gewisse Partien beschränkt sein. — Das Corium ist eine dünnere oder dickere, weichere oder festere Bindegewebsschicht unterhalb der Epidermis; nach innen zu ist das Corium in der Regel wenig scharf von den benachbarten Teilen abgegrenzt; bei den meisten Wirbeltieren geht es z. B. ohne Grenze in das lockere Unterhautbindegewebe (subcutane Bindegewebe) über. Nicht selten findet man bei niederen Metazoen im Corium verkalkte Ablagerungen von verschiedener Form und Größe entwickelt (Echinodermen), bei den Wirbeltieren öfters kleinere oder größere Knochenplatten (die Schuppen der Fische usw.). In der Lederhaut sind sehr oft Muskelzellen vorhanden.

In der Haut finden sich sehr häufig teils einzellige Drüsen, teils echte Drüsen, deren Funktion sehr verschieden ist (Schleimdrüsen, Stinkdrüsen, Talg- und Schweißdrüsen usw.). Die Haut kann ferner mit Anhängen verschiedener Art versehen sein, unter denen hier besonders die sogenannten Haar- oder Borstenbildungen hervorgehoben werden mögen. Mit diesem Namen werden übrigens Gebilde von sehr verschiedener Natur bezeichnet: die Borsten der Ringelwürmer sind z. B. solide Cuticulargebilde, die als Absonderungsprodukte gewisser Epidermiszellen entstehen; die Haare der Arthropoden, ebenfalls Cuticulargebilde, sind hohl und mit einer Fortsetzung der Epidermis ausgefüllt; die Haare der Säugetiere bestehen dagegen aus verhornten Epidermiszellen.

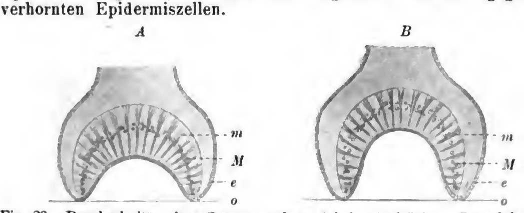


Fig. 23. Durchschnitte eines Saugnapfes, *A* beim Andrücken, *B* nachdem sich der Hohlraum des Saugnapfes durch Erschlaffung der zirkulären (hier quer durchschnittenen) Muskelfasern (*M*) und durch Kontraktion der senkrechten Muskelfasern (*m*) erweitert hat. *e* Epithel, *o* Oberfläche des fremden Gegenstandes.

Saugnäpfe sind speziell ausgebildete muskulöse Hautpartien, die manchen niederen und höheren Tieren als Haftwerkzeuge dienen. Die betreffenden Organe (die häufig über die übrige Haut hervortreten können) haben meistens die Gestalt eines kleinen dickwandigen Napfes mit ebenem Rande: die konvexe Seite hängt mit der übrigen Haut zusammen, die konkave Seite ist frei. Die Saugnäpfe wirken wahrscheinlich meistens etwa in

folgender Weise: Durch Zusammenziehung der in der Wand des Saugnapfes reichlich vorhandenen Muskulatur wird die kleine Höhlung des Napfes verengt, dann wird der Rand dem Fremdkörper angedrückt, die Muskulatur des Saugnapfes erschlafft, und durch seine Elastizität dehnt sich der Saugnapf aus; es entsteht somit zwischen dem Saugnapf und dem Fremdkörper ein Raum verminderten Druckes, und der Saugnapf wird durch den äußeren Luftdruck (Wasserdruck) an den Gegenstand fest angedrückt. Der Saugnapf wirkt somit wesentlich passiv [1]), weshalb auch die Saugnäpfe toter Tiere noch fest haften können. Durch Kontraktion der Muskulatur verengt sich die Höhlung, und der Saugnapf löst sich ab. Saugnäpfe der beschriebenen Art kommen bei Plattwürmern, Hirudineen, Tintenfischen, einzelnen Säugetieren usw. vor. — Außer den Saugnäpfen finden sich auch andere Haftwerkzeuge: gewisse Tiere besitzen klebrige Hautpartien, mittels deren sie sich festhalten (Amphibienlarven); andere halten sich mittels einfacher Adhäsion fest, indem sie eine besonders entwickelte, glatte, feuchte (aber nicht klebrige) Hautfläche mit dem Fremdkörper in Berührung bringen (Laubfrosch). Wieder andere heften sich mittels Haken usw. an.

Bei den niederen Metazoen wird noch vielfach die Fortbewegung des Körpers wenigstens teilweise durch die Wimperhaare der Epidermis (oder gewisser Teile derselben) vermittelt. Besonders geschieht dies bei vielen kleinen Larven (Cölenteraten, Echinodermen, Borstenwürmern, Mollusken usw.), die sich frei im Meere bewegen; bei solchen findet man häufig als wesentliches Fortbewegungsorgan entweder einen gleichmäßig entwickelten Wimperüberzug oder Streifen (Ringe) von mächtig entwickelten Wimpern, durch deren Schwingungen der kleine Körper fortgetrieben wird. Beim ausgebildeten Tier kommt dagegen nur selten (Rippenquallen, Plattwürmer, Rädertiere) den Wimperzellen eine wesentlichere Bedeutung für die Locomotion zu.

Die Farbe der Haut beruht in vielen Fällen darauf, daß entweder in der Epidermis oder dem Corium (oder in beiden) Zellen vorhanden sind, die Pigmentkörnchen enthalten. Zuweilen ist es das Blut der Hautgefäße, das durchscheint (Kamm des Hahnes usw.). Die Hautfarbe kann aber auch auf ganz anderen Verhältnissen beruhen; häufig handelt es sich dabei um Interferenzfarben nach dem Prinzip dünner Blättchen, die durch eine eigentümliche Struktur der Haut hervorgerufen sind, z. B. durch eine schichtenweise Zusammensetzung der Cuticula (die Metallfarben der Insecten). Eine weiße Farbe der Haut oder ihrer Anhänge (z. B. der Haare der Säugetiere) beruht zuweilen auf dem Vorhandensein feinster Luftbläschen in denselben, die das Licht reflektieren.

Vielfach finden bei den Tieren sogenannte Häutungen statt, d. h. die äußere Lage der Epidermis, entweder die Cuticula (Insecten, Krebse) oder die Hornschicht (Wirbeltiere), wird in Zusammenhang (seltener stückweise) von der übrigen Haut gelöst und abgeworfen. Vor einer solchen Abwerfung hat sich immer unterhalb der alten „Haut" eine neue Cuticula resp. Hornschicht gebildet, die nachher erhärtet.

Anmerk. Mit dem Namen „Schleimhaut" bezeichnet man oft hautähnliche Auskleidungen innerer Höhlungen des Tierkörpers (z. B. des Darmkanals), die mit der äußeren Oberfläche in offener Verbindung stehen. Eine Schleimhaut besteht aus einem Epithel und einer Bindegewebsschicht unterhalb desselben, ähnlich wie die Haut aus Epidermis und Corium.

1) In manchen Saugnäpfen dürfte die Kontraktion gewisser Teile ihrer Muskulatur (*m*, Fig. 22) diese Wirkung unterstützen.

2. Skelet.

In manchen Fällen erlangt die Cuticula, welche die Epidermis bekleidet, eine bedeutende Dicke und Festigkeit und erscheint dann als Stützorgan des Körpers, als Skelet, unter welchem Namen wir überhaupt alle festen Stützgebilde des Körpers zusammenfassen; das Skelet des Flußkrebses ist z. B. die mächtig entwickelte, sehr verdickte und verkalkte Cuticula. Aehnlich können auch die Kalk- oder Knochenplatten, die im Corium vorhanden sind, sich weiter entwickeln und zu einem Skelet werden, wie die Schale eines Seeigels oder der Panzer eines Kofferfisches. Alle solche an die Haut geknüpften Skeletgebilde werden als Hautskelet bezeichnet. Aber auch völlig unabhängig von der Haut findet man bei manchen Tieren im Innern des Körpers feste Stützorgane: ein inneres Skelet. Ein solches ist besonders bei den Wirbeltieren reich entwickelt, während bei den übrigen Gruppen ein inneres Skelet entweder gar nicht oder nur in geringer Ausbildung vorkommt. — Sehr allgemein ist das Skelet — und dies gilt sowohl von dem Hautskelet wie von dem inneren Skelet — in mehrere oder viele beweglich verbundene Abschnitte geteilt und spielt hierdurch eine bedeutende, wenn auch lediglich passive Rolle bei der Bewegung des Körpers (vergl. unten das Muskelsystem). Durchweg sind die Skeletteile der Aufgabe angepaßt, möglichst feste und dabei nicht zu schwere Stützen des Körpers zu sein: häufig bilden sie Hohlkörper, die mit geringer Schwere große Festigkeit besitzen; oder ein Skeletstück ist aus dünnen Platten gebildet, die in verschiedener Weise, z. B. kreuzförmig, miteinander verbunden sind (Knochen der Knochenfische), was ebenfalls sehr günstig ist; oder wir finden anderweitige den Anforderungen der Festigkeitslehre entsprechende Strukturen (vergl. den Abschnitt V, 6).

Zu der stützenden Funktion des Hautskelets tritt in den meisten Fällen auch die eines Schutzorgans des Körpers, was in vielen Fällen sogar die Hauptfunktion ist, wie z. B. bei den Schnecken u. a. Für das innere Skelet gilt Aehnliches (wenn auch in beschränkterem Umfange); dasselbe ist meistens nicht nur Stützorgan des Körpers, sondern auch Schutzwerkzeug gewisser Organe (z. B. der Schädel und die Wirbelsäule der Wirbeltiere für das Zentralnervensystem).

3. Muskelsystem.

Das Muskelgewebe kann als mehr untergeordneter Bestandteil in vielen Organen des Körpers, z. B. in der Haut, im Darmkanal usw., vorkommen. Als Hauptbestandteil findet man es aber in den Muskeln, denjenigen Organen, die im allgemeinen die Bewegungen des Körpers oder seiner einzelnen Abschnitte und der Körperanhänge vermitteln. In diesen Organen, die zusammen das Muskelsystem ausmachen, ist das Muskelgewebe das wesentliche und wirksame Element. Bei vielen niederen Tieren ohne äußeres und inneres Skelet schließt das Muskelsystem sich eng an die Haut an, bildet eine zusammenhängende Schicht unterhalb dieser, mit der es innig verbunden ist: bei vielen „Würmern“ wird in dieser Weise ein Hautmuskelschlauch gebildet, der durch seine Kontraktionen die Bewegungen des Tieres veranlaßt. Einen sehr großen Einfluß auf die Entwicklung des Muskelsystems hat die Ausbildung eines Hautskelets, besonders in denjenigen Fällen, wo letzteres in eine Anzahl beweglicher Stücke (wie bei den Crustaceen u. a.) zerfällt. Der Muskelschlauch sondert sich dann

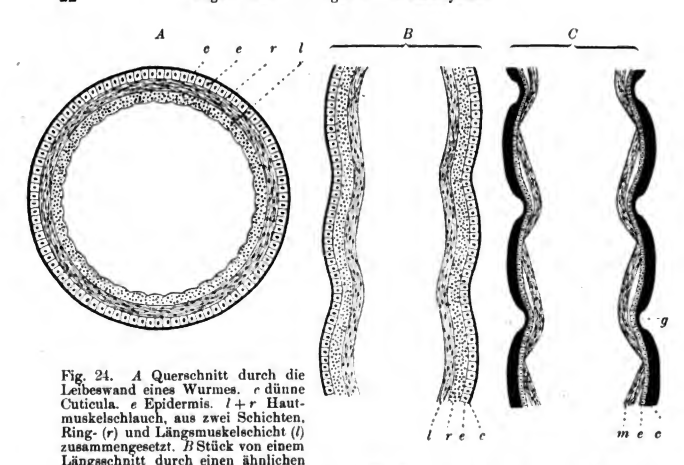


Fig. 24. *A* Querschnitt durch die Leibeswand eines Wurmes. *c* dünne Cuticula. *e* Epidermis. *l* + *r* Hautmuskelschlauch, aus zwei Schichten, Ring- (*r*) und Längsmuskelschicht (*l*) zusammengesetzt. *B* Stück von einem Längsschnitt durch einen ähnlichen (etwas dünneren) Wurm. Bezeichnungen dieselben. *C* Stück von einem Längsschnitt durch einen Arthropoden; die Cuticula (*c*) verdickt, fest (*g* weichere, dünnere Stelle, Gelenkhaut). *e* Epidermis. *m* gesonderte Muskeln, aus einer Längsmuskelschicht wie in *B* entstanden; Ringmuskelschicht hier fehlend. — Schemata.

in eine Anzahl mehr oder weniger selbständiger Abschnitte, Muskeln, die von einem Stücke des Hautskelets zum andern gehen und diese gegeneinander bewegen; die Muskulatur ist aber noch immer an die Haut gebunden, das Skelet stellt ja in diesen Fällen nur einen Teil der Haut dar. Die Verbindung des Muskelsystems mit der Haut hört aber zum größten Teil auf, wenn ein inneres Skelet sich entwickelt, wie bei den Wirbeltieren; die Muskulatur tritt dann in innige Verbindung mit letzterem, und die Bewegungen des Körpers kommen jetzt größtenteils dadurch zustande, daß die einzelnen Skeletstücke gegeneinander bewegt werden.

Wie oben erwähnt, ist der wirksame Teil der Muskeln das Muskelgewebe. Sie bestehen aber nicht ausschließlich aus diesem Gewebe, sondern enthalten meistens in größerer oder geringerer Ausdehnung Bindegewebe, das die Muskelelemente zusammenhält und umscheidet und öfters an den Enden der Muskeln kürzere oder längere Sehnen bildet, die dünner (oft auch schmäler) als der übrige Teil des Muskels sind und ausschließlich aus straffem Bindegewebe gebildet werden; die Sehnen machen es möglich, daß der wirksame, dickere Teil des Muskels in kleinerem oder größerem Abstand von der Stelle angebracht wird, wo die Kraft zur Wirkung kommen soll. — Außer diesen bindegewebigen Sehnen werden auch andere Teile von ähnlicher Bedeutung, aber anderem Baue, mit demselben Namen bezeichnet, wie wir bei den Arthropoden des näheren sehen werden.

4. Nervensystem.

Bei den Cölenteraten (Fig. 25) sind die Nervenzellen und Nervenfasern derartig angeordnet, daß sie ein Netz darstellen, das sich überall in der platten Körperwand verbreitet, jedoch derart, daß an einigen Stellen die Nervenzellen reichlicher als an anderen vorhanden sind. Bei einigen Cölenteraten kann dann an gewissen Stellen eine stärkere Häufung derselben zu einem „Nervenring" stattfinden.

Bei den übrigen Metazoen ist das weitergeführt. Die Nervenzellen sind nicht mehr über den ganzen Körper zerstreut, sondern wie auch die Nervenfasern, gruppenweise vereinigt: Gruppen von Nervenzellen werden Ganglien (weshalb man die Nervenzellen auch „Ganglienzellen" nennt), Bündel von Nervenfasern Nerven genannt. Letztere sind in Form von gröberen oder feineren Strängen entwickelt: Nervenstämme, Nervenäste usw., während die gewöhnliche Form der Ganglien eine rundliche ist. In manche sogenannte „Nervenstämme" oder „Nervenstränge" können jedoch auch Nervenzellen eingebettet sein, sogar manchmal in großer Menge, so daß die betreffenden Gebilde ebensogut oder besser als strangförmige Ganglien bezeichnet werden könnten. Manchmal ist die Verbindung der Ganglien und Nerven teilweise eine netzförmige (vergl. Fig. 26 u. a.), und an gewissen Stellen (z. B. in der Darmwand) können ähnliche Nervennetze wie bei den Cölenteraten vorhanden sein.

Fig. 25. Cölenterat mit netzförmiger Anordnung der Nervenzellen.

Die Hauptmasse der Ganglien ist gewöhnlich miteinander zu einem zentralen Nervensystem verbunden, von dem dann Nerven entspringen, welche zu Muskeln, Sinnesorganen usw. gehen; alle diese Nerven zusammen nennt man das peripherische Nervensystem. Es versteht sich übrigens von selbst, daß auch im zentralen Nervensystem Nervenfasern vorhanden sind, und namentlich bestehen die Stränge, welche die Ganglien untereinander verknüpfen (Commissuren genannt, *t* etc. in Fig. 26), wesentlich oder ausschließlich aus Nervenfasern. Ferner sind auch nicht sämtliche Ganglien im Zentralnervensystem vereinigt, sondern viele kleine Ganglien liegen von ihm mehr oder weniger weit entfernt (Fig. 26, *g*), sind mit ihm durch längere oder kürzere Nerven verbunden.

Die Nerven werden motorische oder sensible genannt, je nachdem sie aus motorischen oder sensiblen Nervenfasern bestehen [1]; viele Nerven sind jedoch gemischt, enthalten beiderlei Fasern. Während ihres Verlaufes verästeln sich die Nerven gewöhnlich: sie spalten sich

1) Die sensiblen Nerven teilt man wieder ein nach den Sinnesreizen, die sie leiten (Sehnerven usw.).

allmählich in immer dünnere Nerven, aus immer weniger zahlreichen Nervenfasern bestehend.

Das Zentralnervensystem ist gewissermaßen das Zentralbureau des Körpers: **von** ihm gehen durch die motorischen Nerven die Reize aus zu den Muskelelementen und bedingen die Bewegung letzterer, **zu** ihm kommen durch die sensiblen Nerven die von den verschiedenen Sinnesorganen empfangenen Eindrücke.

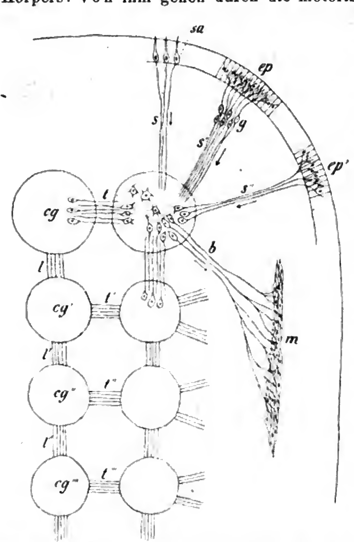


Fig. 26. Schema eines Nervensystems. *cg—cg'''* Ganglien des zentralen Nervensystems. *l—l''* und *t—t'''* Längs- und Quernervenfasern, welche dieselben verbinden. *sa* Sinneszellen, *s* Nervenfasern, die aus denselben entspringen. *g* peripheres Ganglion, dessen Zellen je zwei Fasern entsenden, eine, die sich in der Epidermis *ep* verzweigt, eine andere, *s'*, die zum *cg* geht. *s''* sensible Fasern, die aus in *cg* liegenden Zellen entspringen und sich in der Epidermis *ep'* verzweigen. *b* motorische Nervenfasern, die zum Muskel *m* gehen. — Orig.

Mit dem Namen **sympathisches Nervensystem** bezeichnet man ein bei manchen Tieren vorhandenes System von miteinander verbundenen kleinen Ganglien und Nervenstämmen, von denen zum Darmkanal (bei den Wirbeltieren auch zu verschiedenen anderen Eingeweiden und zum Gefäßsystem) Nerven abgegeben werden. Das sympathische Nervensystem ist verhältnismäßig unabhängig vom Zentralnervensystem (mit dem es jedoch in Verbindung steht): die Muskelzellen derjenigen Organe, die von ihm mit Nerven versehen werden, kontrahieren sich, ohne einen Reiz vom Zentralnervensystem zu erhalten (sie sind nicht der „Herrschaft des Willens" unterworfen); den notwendigen Reiz erhalten sie von den Zellen der Ganglien des sympathischen Systems.

5. Sinnesorgane.

Durch die **Sinnesorgane**, die gewöhnlich mehr oder weniger modifizierte Teile der Epidermis sind, empfängt das Tier Eindrücke, die in ihm **Empfindungen** von der Außenwelt auslösen. Die Sinnesorgane stehen immer in inniger Verbindung mit dem Nervensystem, **entweder** in der Weise, daß von Nervenzellen in oder außer dem Zentralnervensystem Nervenfasern entspringen, die sich zwischen den Zellen des Sinnesorgans verzweigen (Fig. 26, *ep* und *ep'*), **oder** daß von

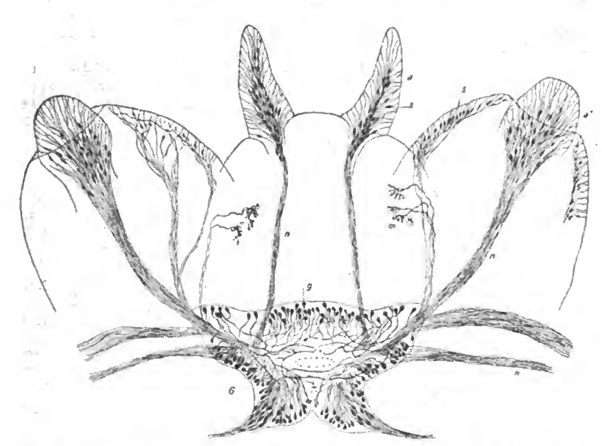


Fig. 27. Das Gehirnganglion *G* von *Nereis diversicolor* (einem Borstenwurm) und seine Nerven *n*. *a* und *a'* Kopfanhänge (Tentakel und Palpus); *s* Sinneszellen, die in oder unter der hier nicht gezeichneten Epidermis liegen und je eine Nervenfaser nach dem Gehirn senden. *g* Nervenzellen, *m* Endbäumchen einer motorischen Nervenfaser. — Nach Retzius.

Sinneszellen (S. 17), die im Sinnesorgane liegen, Nervenfasern entspringen, die zu den Ganglien gehen (Fig. 26, *sa*; Fig. 27, *s*).

Tastempfindungen sind die Folgen mechanischer Wirkungen: Druck, Reibung usw.; zunächst handelt es sich dabei um äußere Einwirkungen auf die Körperoberfläche. Im Gegensatz zu dem, was gewöhnlich für die übrigen Sinne gilt, werden Tasteindrücke von der ganzen Oberfläche oder größeren Partien des Körpers empfangen; die ganze Epidermis wird somit ein Sinnesorgan. In einigen Fällen, z. B. bei den Wirbeltieren, finden wir, daß zu den betreffenden Teilen der Haut Nervenfasern treten, die sich zwischen den Epidermiszellen verzweigen. In anderen Fällen, z. B. bei Ringelwürmern, Mollusken u. a., sitzen zwischen den gewöhnlichen Epidermiszellen Sinneszellen, Tastzellen, die an ihrem freien Ende mit einem oder mehreren stift- oder haarähnlichen Fortsätzen [1]) versehen sind, während sie sich an ihrem inneren Ende in eine Nervenfaser fortsetzen [2]). — Häufig finden wir bei verschiedenen Tieren warzen- oder fadenförmige Hautfortsätze, die mit besonders vielen Tastzellen oder mit zahlreichen

1) Zuweilen können solche Tastzellen und andere ähnliche Sinneszellen in hohem Grade an Wimperzellen erinnern, die „Härchen“ sind aber nicht aktiv, sondern nur passiv beweglich.

2) Zuweilen liegt nur ein äußerer schmälerer Teil der Sinneszelle zwischen den anderen Epidermiszellen, während der dickere Teil derselben mit dem Kern unterhalb der Epidermis im Bindegewebe liegt.

Nervenfasern ausgestattet sind und demgemäß eine hervorragende Rolle als Tastwerkzeuge spielen (Fig. 27).

Tastreize werden aber nicht durch die Epidermis allein empfangen; manche sensible Nervenfasern enden z. B. im Corium. Aber auch tiefer im Körper, in den Muskeln, in den Schleimhäuten, im Gekröse usw. finden sich sensible Nervenendigungen, die durch die in den betreffenden Organen stattfindenden Druckwirkungen etc. gereizt werden.

Als **Geruchsorgane** bezeichnet man zunächst Sinneswerkzeuge, auf die gasförmige Stoffe in eigentümlicher Weise einwirken. Solche Organe kennt man nur bei einer verhältnismäßig kleinen Anzahl von Tiergruppen, so bei den auf dem Lande lebenden Wirbeltieren, deren Geruchsorgan ein Epithel ist, das nach seiner Entstehung ein Abschnitt der Epidermis ist; in diesem Epithel finden sich lange, dünne Sinneszellen mit einem Stift oder mehreren „Sinneshaaren" an der Spitze, während sie sich an ihrem inneren Ende in Nervenfasern fortsetzen, die in den vordersten Teil des Gehirns eintreten. Weiter bei den Insecten (Fig. 28), die, wie aus vielen Beobachtungen hervorgeht, einen feinen Geruchssinn besitzen. Bei ihnen sind die Geruchsorgane an den Fühlern angebracht, Wir finden hier einige sehr feine Haare, die, wie die Haare der Arthropoden überhaupt, Ausstülpungen der Cuticula sind; sie sind äußerst dünnwandig, und in jedes Haar, welches gewöhnlich in einer kleinen Grube sitzt, erstrecken sich fadenförmige Fortsätze einer oder mehrerer darunter liegender Sinneszellen.

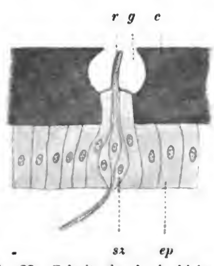


Fig. 28. Schnitt durch ein kleines Stückchen des Fühlers eines Insekts, Schema. *c* Cuticula; *g* Grube, an deren Boden das Riechhaar, *r*, von einer verdünnten Partie der Cuticula entspringt; *ep* Epidermis, *sz* Sinneszellen.

Zu den Geruchsorganen rechnet man aber weiter zahlreiche Organe, die, wie es scheint, in ähnlicher Weise wie die soeben genannten für Reize empfänglich sind, die von Stoffen ausgehen, welche in Wasser gelöst sind. Homologe[1]) Organe können bei einer Gruppe in dieser Weise fungieren, bei einer anderen Gruppe dagegen für Reizwirkungen luftförmiger Stoffe empfänglich sein; das gilt z. B. von den Riechorganen der Wirbeltiere, die bei den Fischen nur mit in Wasser gelösten Stoffen in Berührung kommen, bei den anderen dagegen mit luftförmigen; und bei manchen Crustaceen sind auf den Vorderfühlern ähnliche Riechhaare wie bei den Insecten vorhanden, die aber bei den Crustaceen durchweg mit in Wasser gelösten Stoffen in Berührung kommen.

Auf die **Geschmacksorgane** wirken Stoffe, die sich in flüssiger Form befinden. Die betreffenden Organe stehen meist in Beziehung zur Nahrungsaufnahme. Bei den Wirbeltieren sind sie durch die sogenannten Geschmacksknospen vertreten, die ihren Platz auf

1) Vergl. unten Abschnitt VIII, Schluß.

der Zunge und an anderen Stellen der Mundhöhlenwand haben und aus je einer Gruppe von Zellen bestehen, unter denen einige schlank und dünn und unten von den Endverzweigungen von Nervenfasern umsponnen sind und an ihrem freien Ende eine feine hervorragende Spitze tragen; ohne Zweifel stellen diese Zellen die eigentlichen Werkzeuge des Geschmacksinns dar. Zu den Geschmacksknospen, welche speziell ausgebildete Partien des Mundhöhlenepithels sind, treten Nervenfasern, die sich zwischen den Zellen verzweigen. Bei den Fischen können Geschmacksknospen auch noch an der äußeren Körperoberfläche vorkommen. — Aehnliche Gebilde finden sich auch bei manchen Borstenwürmern und Mollusken (Schnecken z. B.), bei denen sie besonders in der Mundhöhle und äußerlich am vorderen Ende des Körpers ihren Platz haben. — Anderer Art sind die Organe, die bei den Insecten, wie es scheint, eine Geschmacksempfindung vermitteln. Es sind kurze Haare, die an der Unterlippe, den Kiefern usw. angebracht sind und sich in allem Wesentlichen wie die obenerwähnten Riechhaare der Insecten verhalten.

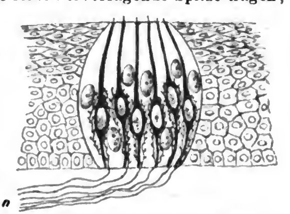


Fig. 29. Querschnitt durch das Mundhöhlenepithel eines Wirbeltieres mit einer Geschmacksknospe. Die eigentlichen Geschmackszellen, die von den Endverzweigungen der Nervenfasern *n* umsponnen sind, sind schwarz, die anderen weiß gehalten. — Zum Teil nach Duval.

„Geruchsorgane" und „Geschmacksorgane" sind besser als Organe eines chemischen Sinnes zusammenzufassen, da es sich bei den mit diesen beiden Namen bezeichneten Organen offenbar um Sinnesreize ähnlicher oder identischer Art handelt.

Diejenigen Organe, die als **Gehörorgane** bezeichnet werden (über die Funktion vergl. weiter unten) erscheinen im allgemeinen als Blasen

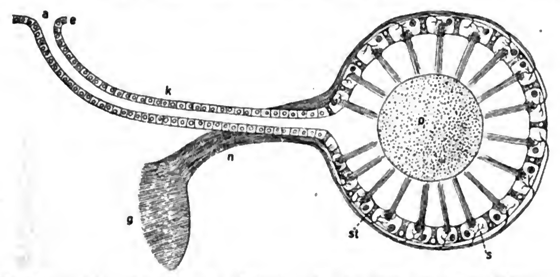


Fig. 30. Gehörbläschen einer Muschel; die Blase steht durch einen Kanal mit der Oberfläche in offener Verbindung. *a* äußere Oeffnung, *e* Epidermis, *g* Ganglion, von welchem der Hörnerv entspringt; *k* Kanal, *n* Hörnerv, dessen Fasern in die Sinneszellen eintreten; *o* Otolith, *s* Sinneszelle; *st* sogen. Stützzelle (zwischen den Sinneszellen).

(Otocysten), die mit einer Flüssigkeit gefüllt sind; die Blasen sind aus einer eingestülpten Partie der Epidermis gebildet und stehen entweder mit der Oberfläche in offener Verbindung (Fig. 30) oder sind — meistens — ganz von der Epidermis abgeschnürt und somit geschlossene Blasen; häufig liegen sie tief in den Körper eingesenkt, weit von der Oberfläche entfernt. Die Gehörblasen sind gewöhnlich ungefähr kugelig, nehmen aber bei den Wirbeltieren kompliziertere Formen an, welche später besprochen werden sollen. Ihre Wand, an die Nervenfasern (Hörnerv) herantreten, besteht aus einem einschichtigen Epithel, dessen Zellen — alle oder nur zum Teil — mit feinen, in die Flüssigkeit hineinragenden haarähnlichen Fortsätzen, Hörhaaren, ausgestattet sind. In den Gehörblasen finden sich gewöhnlich, in der Flüssigkeit schwebend, ein oder mehrere feste, aus Kalk bestehende Körperchen, Otolithen (Hörsteinchen).

Bei den Zehnfüßlern unter den Crustaceen sind anstatt solcher Gehörblasen anderweitige Einstülpungen der Haut vorhanden, die mit eigenartigen Haaren (vom Typus der Arthropodenhaare) ausgestattet sind (vergl. des näheren bei den Zehnfüßlern). — Bei den Medusen kommen

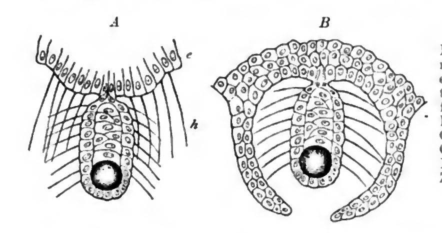


Fig. 31. *A*. Kolbenförmiges Gehörorgan einer Meduse. *e* Epithel der Körperoberfläche, *h* Hörhaare. Der kugelige Körper ist der Otolith. *B*. Aehnliches Organ in eine offene Blase eingeschlossen.— Zum Teil nach O. und R. Hertwig.

Gehörorgane von dem in Fig. 31 abgebildeten Typus vor: ein tentakelartiger Fortsatz, das Hörkölbchen, enthält innerlich einen Otolithen und trägt an seiner Oberfläche Zellen mit langen starren „Hörhaaren"; ähnliche Hörhaare können auch von den benachbarten Zellen der Körperoberfläche ausgehen. Die Hörkölbchen können frei an der Körperoberfläche vorhanden oder in offene oder geschlossene Blasen eingeschlossen sein. — Auch noch andere Typen von Gehörorganen kommen vor (vergl. die Insecten).

Bezüglich der Funktion der erwähnten Organe war man früher der Auffassung, daß sie alle wirkliche Gehörwerkzeuge seien: das heißt Sinnesorgane, auf die Schallwellen einwirken können. Es ist aber jetzt durch Versuche erkannt, daß viele „Gehörorgane" eine andere Funktion besitzen, indem das Tier durch dieselben erfährt, ob es im Gleichgewicht sich befindet: statische Funktion (Statocysten); wenn man das Organ zerstört, wird die Bewegung unstetig, das Tier fällt auf die Seite usw.[1]). Für einige dieser Organe ist daneben auch eine Gehörfunktion nachgewiesen: die Gehörblasen der Wirbeltiere haben beide

1) Bei einigen Tieren treten diese Erscheinungen nur dann ein, wenn sowohl Augen als Gehörorgane zerstört worden sind, während das Zerstören der Augen allein oder der Otocysten allein diese Wirkung nicht hat.

Funktionen[1]). Für sehr viele der genannten Organe ist aber bisher allein die statische Funktion nachgewiesen, für manche ist überhaupt die Funktion unsicher.

Die Otolithen (Statolithen) dürften wesentlich für die statische Funktion von Bedeutung sein, indem sie bei einer Abweichung von der gewöhnlichen Lage des Körpers auf die „Hörhaare" in anderer Weise als sonst einwirken. In bezug auf die Gehörfunktion dürfte das Wesentliche wohl sein, daß die Hörhaare durch die Schallwellen in Bewegung gesetzt werden.

Die **Sehorgane,** die Augen, sind Sinnesorgane, die für Licht empfindlich sind. Es sind Werkzeuge, die in zahlreichen verschiedenen Gestalten auftreten; aber fast in allen finden sich eine oder mehrere (oder viele) Sehzellen, Sinneszellen, die sich dadurch auszeichnen, daß sie am einen Ende ein cuticulaähnliches sogenanntes Sehstäbchen tragen, das wieder aus feinen Stiftchen zusammengesetzt ist und der eigentliche Lichtempfänger zu sein scheint; am anderen Ende geht die Sehzelle in eine Nervenfaser über. Gewöhnlich liegen die Sehzellen in der Epidermis oder entstammen dieser (oder jedenfalls dem Ectoderm, demjenigen Teil des Embryos, aus welchem Epidermis, Nervensystem usw. sich entwickeln); soweit sie von anderen Teilen des Körpers überdeckt liegen, sind diese natürlich durchsichtig, so daß das Licht die Sehzellen erreichen kann. In Verbindung mit den Sehzellen findet sich in der Regel Pigment, entweder in den Sehzellen selbst oder dicht bei denselben in besonderen Zellen, so daß die Stelle, wo die Sehzellen sich finden, als ein dunkler Fleck erscheint. Es gibt jedoch Sehorgane, denen das Pigment abgeht.

Die Bedeutung des Pigments in den Sehorganen dürfte darin liegen, daß es „nur die Lichtstrahlen aus bestimmten Richtungen zu den Sehzellen gelangen läßt" und eine diffuse Lichtreflexion von der Wand des Sehorgans auf die Sehzellen verhindert.

Die Augen fallen in zwei natürliche Gruppen, von denen wir zuerst die sog. eversen Augen betrachten, die dadurch ausgezeichnet sind, daß die Stäbchen dem Licht zugekehrt sind. Es handelt sich hier fast immer um Augen, die als Gruppen besonders entwickelter Epidermiszellen erscheinen. In einzelnen Fällen (Fig. 32, 1) ist das Auge eine einfache Gruppe von Epidermiszellen, von pigmentierten Zellen umgeben und in demselben Niveau mit der übrigen Epidermis liegend. Gewöhnlich ist jedoch die Epidermispartie, in der die Sehzellen liegen, mehr oder weniger eingesenkt, entweder als eine Grube (2) oder häufiger als ein kugeliger Sack mit einer engen Oeffnung (3, 4), die sich oft vollständig schließt (5), so daß eine geschlossene Augenblase unterhalb der Epidermis liegt. Der Sack oder die Blase ist gewöhnlich mit einem durchsichtigen Secret, dem Glaskörper, gefüllt. Zwischen den Sehzellen finden sich oft sogenannte Stützzellen, die nicht lichtempfindlich sind; bei einigen erzeugen sie den Glaskörper. Pigment ist gewöhnlich vorhanden, entweder in den Sehzellen oder in den Stützzellen oder in beiden. Wenn eine geschlossene Augenblase vorhanden ist, ist natürlich derjenige Teil derselben, der nach außen gekehrt ist, durchsichtig und nur der nach innen gerichtete Teil der Augenblase lichtempfangend. Augen wie die beschriebenen sind

1) Den „Bogengängen" der Wirbeltiergehörblase (vergl. die Wirbeltiere) kommt speziell die statische Funktion zu.

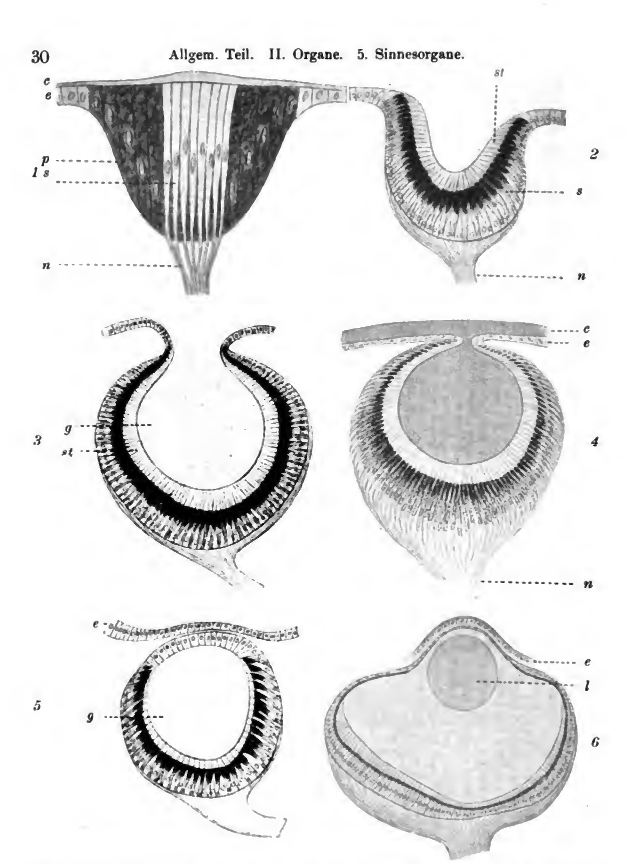


Fig. 32. Schnitte durch verschiedene everse Augen. Die Sehstäbchen sind überall dem Lichte zugekehrt. Zum Teil ein wenig schematisiert. *1* sehr einfaches Auge eines Borstenwurms mit den Sehzellen in gleichem Niveau mit der übrigen Epidermis. *2* die Sehzellen bilden eine Grube (Patella, eine Schnecke). *3* die Sehzellen bilden einen mit einem Glaskörper gefüllten Sack (von einer Schnecke, Haliotis). *4* ähnlich wie *3*, aber der Glaskörper hängt mit der Cuticula der Haut zusammen und die Oeffnung ist verengt (Borstenwurm). *5* der Sack hat sich von der Epidermis abgelöst und ist zu einer geschlossenen, den Glaskörper enthaltenden Blase geworden; derjenige Teil der Blase, der gegen das Licht gewendet ist, ist durchsichtig und besteht nicht aus Sehzellen (von einer Schnecke, Helix pomatia). *6* wie *5*, aber im Glaskörper liegt eine Linse (von einem pelagischen Borstenwurm). — *c* Cuticula, *e* Epidermis, *g* Glaskörper, *l* Linse, *n* Nerv, *p* Pigmentzellen, *s* Sehzellen, *st* Sehstäbchen. In allen abgebildeten Augen mit Ausnahme von *1* ist Pigment in den Sehzellen vorhanden. — Zum Teil Orig., zum Teil Kopie.

allgemein bei den Borstenwürmern und Weichtieren verbreitet. — Auch die eigentümliche Augenform, die man in den Seitenaugen der Arthropoden findet, steht ihnen am nächsten. In seiner einfachsten Form (Fig. 33) ist dieses Auge eine grubenförmige Einsenkung der Epidermis; die Sehzellen bilden den Boden der Einsenkung, deren Seitenwände sozusagen über den Sehzellen zusammengeglitten sind, so daß die Höhlung der Grube völlig ausgefüllt ist (vergl. im übrigen bei den Arthropoden).

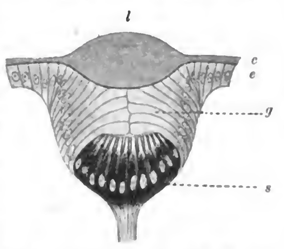


Fig. 33. Schnitt durch ein einfaches Auge eines Arthropoden (Insektenlarve). *c* Cuticula, *e* Epidermis, *g* durchsichtiger Teil der Epidermiszellen, welche über den Sehzellen liegen (sog. Glaskörper); *l* Linse, *n* Nerv, *s* Sehzellen (oben mit je einem Sehstäbchen).

Die andere Hauptgruppe von Sehorganen sind die inversen Augen, für die es charakteristisch ist, daß die Sehstäbchen vom Licht abgekehrt sind, so daß die Lichtstrahlen den übrigen Teil der Sehzelle durchlaufen müssen, bevor sie das Stäbchen erreichen. Diese Augen liegen in der Regel in den Körper eingebettet, etwas von der Oberfläche entfernt. Im einfachsten Fall besteht das inverse Auge aus einer einzigen Sehzelle (Fig. 34, 1), gewöhnlich am Ende von einer Schale umgeben, die aus einer oder mehreren Pigmentzellen gebildet ist; das Sehstäbchen ragt in die Pigmentschale hinein, die Nervenfaser entspringt vom entgegengesetzten Ende der Zelle (demjenigen, das dem Licht zugekehrt ist). Solche Augen finden sich bei gewissen Plattwürmern unterhalb der Haut, bei Amphioxus im Zentralnervensystem; auch bei gewissen Borstenwürmern sind sie in der Epidermis oder im Zentralnervensystem vorhanden. Häufiger

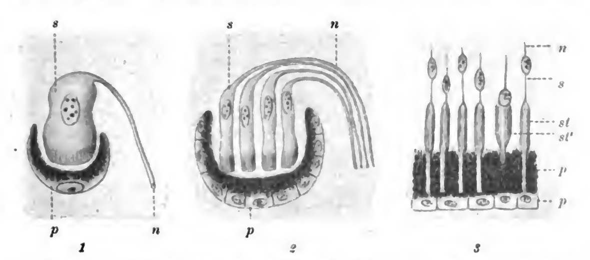


Fig. 34. Schnitte durch verschiedene inverse Augen. Ein wenig schematisiert. *1* einfachste Form, eine einzige Sehzelle und eine Pigmentzelle, von einem Plattwurm. *2* Auge aus einer kleinen Gruppe von Sehzellen bestehend, von einem Plattwurm. *3* Stück der Netzhaut eines Wirbeltieres (mit sehr dünnen Sehzellen). *n* Nervenfaser, *p* Pigmentzelle, *s* Sehzelle, *st* Sehstäbchen (*st'* ein sog. „Zapfen", eine besondere Form von Sehstäbchen). — Der in der Figur nach oben gerichtete Teil des Auges ist der Oberfläche des Tieres zugekehrt.

besteht das inverse Auge aus mehreren oder vielen Sehzellen, die in einer gemeinsamen Pigmentschale stecken (z. B. bei vielen Plattwürmern, Fig. 34, 2). Ein ähnliches Verhalten bieten im Grunde auch die Sehzellen im Wirbeltierauge dar (3; vergl. des näheren bei den Wirbeltieren).

Im Anschluß an die lichtempfangenden Teile des Auges, die oft als Netzhaut, *Retina*, bezeichnet werden, entwickelt sich häufig, sowohl in den eversen wie in den inversen Augen, ein kugeliger oder linsenförmiger Körper, die Linse, welche die Lichtstrahlen sammelt, so daß auf der lichtempfindlichen Fläche ein Bild gebildet wird. Zu diesem Zweck finden höchst verschiedene Teile Verwendung. Es kann sich z. B. in einer Augenblase wie der in Fig. 32, 6 abgebildeten eine Linse entwickeln, die, ebenso wie der Glaskörper, von der Wand der Augenblase abgesondert ist, aber eine andere Lichtbrechung hat als letztere. Oder die Linse kann eine Verdickung desjenigen Abschnittes der Cuticula der Haut sein, der außerhalb des Auges liegt (Fig. 33), oder sie kann noch ganz anderen Quellen entstammen (siehe Tintenfische und Wirbeltiere).

Es ist hier noch zu bemerken, daß bei nicht wenigen Tieren, denen besondere Sehwerkzeuge fehlen, die Haut lichtempfindlich ist: eine plötzliche Belichtung resp. Beschattung beunruhigt das Tier, veranlaßt es, sich zusammenzuziehen usw. (Actinien, Muscheltiere, Würmer). Auch bei manchen Tieren, die mit Augen ausgestattet sind, besitzt die Haut dieselbe Eigenschaft; wenn z. B. eine Schnecke, der die Augen amputiert sind, plötzlich von einem Schatten getroffen wird, so zieht sie sich in ihr Haus zurück.

Ebenso wie einen Lichtsinn besitzen die Tiere einen **Temperatursinn,** der hauptsächlich durch die Haut vermittelt wird. Besondere Organe dieses Sinnes kennt man nicht. Wahrscheinlich haben sensible Nervenendigungen der Haut das Vermögen, durch wechselnde Temperaturen gereizt zu werden; ob es besondere Nerven sind oder ob die betreffenden Nerven auch Tastreize leiten, ist unbekannt.

6. Darmkanal.

Ebenso wie die Amöbe erleiden auch die Zellen der Metazoen einen stetigen Stoffverlust durch die in ihnen stattfindende Verbrennung. Sie müssen sich deshalb ernähren, sich einen Ersatz für den Verlust verschaffen. In dem zusammengesetzten tierischen Körper ist aber jede einzelne Zelle nicht, derart wie die Amöbe, imstande, die Nährstoffe direkt aus der Außenwelt aufzunehmen, und es müssen deshalb besondere Einrichtungen vorhanden sein, die eine Ernährung ermöglichen. Dies ist die Aufgabe des Darmkanals. In diesen wird die Nahrung aufgenommen, und in ihm wird sie verdaut, d. h. in einen gelösten Zustand gebracht, so daß sie von der Wand des Darmkanals aufgesogen und weiter in die Gewebe des Körpers übergeführt werden kann. Diejenigen Teile, die im Darmkanal nicht aufgelöst und aufgesogen werden, gehen wieder nach außen ab: die Excremente, Faeces.

Während sich bei den meisten Tieren in den Darmkanal Secrete ergießen, durch welche die Nahrung aufgelöst wird, ist das Verhältnis bei den Cölenteraten und Spongien ein anderes. Hier findet keine solche Absonderung statt, sondern indem die aufgenommenen Nährkörper mit

den Epithelzellen in Berührung kommen, werden sie direkt von diesen aufgelöst (und aufgesogen). Kleinere Körper, z. B. Diatomeen, werden sogar ganz von den Epithelzellen ergriffen und aufgenommen, also wie bei der Amöbe. Aehnliches kommt auch bei verschiedenen anderen Metazoen vor (Plattwürmer, Weichtiere, Milben).

In seiner einfachsten Form ist der Darmkanal ein Sack oder ein Schlauch, der nur durch eine Oeffnung mit der Außenwelt in Verbindung steht; diese Oeffnung, die als Mund bezeichnet wird, dient dann sowohl als Einfuhröffnung wie als Ausfuhröffnung für die unverdauten Teile (Cölenteraten, Plattwürmer).

Bei den meisten Tieren besitzt aber der Darmkanal zwei Oeffnungen, einen Mund und einen After (Anus). Der Darmkanal ist dann gewöhnlich ein längerer Schlauch, mit der Mundöffnung am einen, der Afteröffnung am anderen Ende. Meistens zerfällt der Schlauch in mehrere Abschnitte, denen verschiedene Funktionen zugewiesen sind. In einfacheren Fällen kann man nur drei Abschnitte unterscheiden: den Munddarm, der oft sehr muskulös ist und in verschiedener Weise dazu dient, die Nahrung in den Darmkanal einzuführen; den gewöhnlich langen Mitteldarm, in dem die Auflösung und Aufsaugung vor sich geht, und den Enddarm, der als Ausführungskanal und Reservoir der unverdaulichen Teile dient (Nematoden und Borstenwürmer). Bei anderen ist der Munddarm wieder in eine geräumigere Mundhöhle, die öfters mit Werkzeugen zum Ergreifen und Festhalten der Beute oder zur mechanischen Bearbeitung der Nahrungsmittel (Zähnen) ausgestattet ist, und eine engere Speiseröhre geteilt. Auch der Mitteldarm ist häufig (z. B. bei den Wirbeltieren) in einen vorderen geräumigeren Abschnitt, den Magen, und einen hinteren längeren Abschnitt, den eigentlichen Darm (Dünndarm der Wirbeltiere), geteilt; ersterer besorgt dann mehr die Verdauung, indem seine Wandung mit reichlichen Drüsen ausgestattet ist, die auflösende Flüssigkeiten absondern, während der Darm mehr aufsaugend wirkt (der Verdauungsprozeß wird übrigens auch im Darm fortgesetzt). Häufig ist auch der Enddarm in mehrere Abschnitte geteilt. — Nicht ganz selten ist der eine oder andere Abschnitt des Darmkanals zu einem Kaumagen ausgebildet, in dem eine mechanische Bearbeitung der Nahrung vor sich geht; der Kaumagen ist in einigen Fällen (z. B. bei den höheren Crustaceen) der hintere Teil der Speiseröhre, welcher erweitert, muskulös und an seiner Innenseite mit festen Teilen ausgestattet ist; in anderen Fällen (bei den Vögeln) ist der hintere Teil des Magens zu einem Kaumagen umgebildet.

An verschiedenen Stellen des Darmkanals findet man sehr häufig Ausstülpungen, Blindsäcke, von verschiedener Form. Ihre Funktion ist verschieden: die Ausstülpungen des Munddarms dienen gewöhnlich nur als vorläufige Behälter für die aufgenommenen Nahrungsstoffe (Backentaschen, Kropf der Vögel und Insecten); diejenigen des übrigen Darmkanals haben gewöhnlich die Aufgabe, das Darmsystem geräumiger zu machen oder die verdauende und aufsaugende Oberfläche zu vergrößern. Letzterer Zweck wird in manchen Fällen auch auf andere Weise erreicht: durch eine Verlängerung des Darmes oder dadurch, daß an seiner Innenseite sich feine Falten oder ähnliches bilden (Wirbeltiere).

Die Flüssigkeiten, durch welche die Nahrung aufgelöst wird, werden teils von dem Epithel des Darmkanals selbst abgesondert, teils stammen sie von kleinen Drüsen, die in die Wand namentlich des Magens und des Darmes eingelagert sind, teils endlich von größeren Drüsen, die

außerhalb des Darmes liegen und nur mit ihren Ausführungsgängen dessen Wand durchbohren. Bei vielen niederen Tieren ist diese absondernde Tätigkeit an das Epithel des Darmkanals allein geknüpft, während sie bei höher organisierten Tieren, z. B. bei Wirbeltieren, wesentlich oder ausschließlich von besonderen größeren oder kleineren Drüsen besorgt wird. Die größeren, außerhalb des Darmkanals liegenden Drüsen werden nach den verschiedenen Abschnitten des Darmkanals, in die sie münden, mit verschiedenen Namen belegt; so werden z. B. diejenigen, die sich in die Mundhöhle öffnen — und die jedenfalls in vielen Fällen für die Verdauung von geringerer Bedeutung sind, öfters nur die Aufgabe haben, die Nahrungsstoffe zu befeuchten und ihr Hinabgleiten zu erleichtern — Speicheldrüsen genannt, während diejenigen, die in den Darm münden, meistens mit dem Namen Leber bezeichnet werden. Die Secrete der betreffenden Drüsen sind übrigens bei verschiedenen Tieren sehr verschieden; die Einwirkung des „Leber"-Secrets auf die Nahrungsstoffe ist z. B. keineswegs immer dieselbe. Auch sind manche der als Leber bezeichneten Organe nicht ausschließlich Drüsen, sondern fungieren gleichzeitig auch als Aufsaugungsorgane, indem die flüssige resp. zerkleinerte Nahrung in sie hineintritt; so ist es z. B. bei der Leber mancher Schnecken und Crustaceen (Flußkrebs).

Was die feinere Zusammensetzung betrifft, so besteht der Darmkanal in den einfachsten Fällen lediglich aus einem einschichtigen Epithel; an dieses schließen sich dann bei anderen Bindegewebe und Muskelelemente, so daß wir in einem entwickelteren Darmkanal die Wand aus folgenden Schichten zusammengesetzt finden: zu innerst eine Epithelschicht, außerhalb dieser eine bindegewebige Lage, die mit dem Epithel innig verbunden ist und öfters eine große Anzahl kleiner Drüsen einschließt (das Epithel und die Bindegewebslage werden zusammen als die Schleimhaut bezeichnet), und nach außen eine oder mehrere Muskelzellenschichten (Muskelhaut, *Muscularis*), deren Kontraktionen für die Fortbewegung der Nahrung durch den Darmkanal von großer Bedeutung sind.

Nur bei wenigen Metazoen fehlt ein Darmkanal ganz. Wir finden in diesem Falle entweder, daß trotzdem eine wirkliche Mundöffnung vorhanden ist, durch welche die Nahrung in das weiche Gewebe des Körpers eintritt, das dann die Verdauung besorgt (gewisse Plattwürmer), oder es fehlt auch eine Mundöffnung, und die Nahrung wird dann durch die Haut des Tieres hindurch aufgenommen. Letzteres Verhältnis findet man nur bei Tieren, die als Schmarotzer leben, und namentlich bei solchen, die sich im Darmkanal anderer Tiere aufhalten, wo sie stets von aufgelösten Nährstoffen umgeben sind (Bandwürmer, Acanthocephalen) [1].

7. Gefäßsystem.

Die aufgelösten Nährstoffe sickern, nachdem sie die Darmwandung durchsetzt haben, bei manchen niederen Tieren allmählich durch den Körper und gehen in die verschiedenen Gewebe über, ohne daß besondere Transportwege vorhanden sind [2]. Bei den meisten Tieren ist

1) Darmlosigkeit kommt endlich auch noch bei gewissen Tieren vor, die sehr kurzlebig sind und deshalb überhaupt keine Nahrung aufnehmen (Männchen der Rotatorien, die aus ♂ und ♀ bestehende Generation bei Phylloxera).

2) Bei manchen solchen Tieren wird die Verteilung der aufgelösten Nahrung

aber im Körper ein eigenes, verzweigtes Kanalsystem ausgebildet, das aus der Darmwand die aufgelöste Nahrung aufsaugt, die dann in dem Kanalsystem durch den Körper hindurchbewegt und unterwegs von den Geweben teilweise aufgesogen wird. Das Kanalsystem wird als das Gefäßsystem bezeichnet.

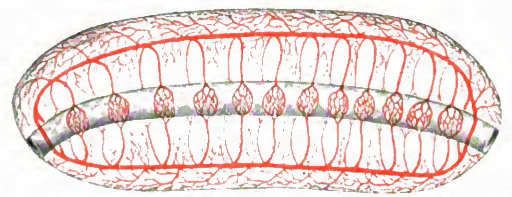


Fig. 35. Schema eines Gefäßsystems in den Umriß des Tieres eingezeichnet; in der Mitte der Darmkanal, in dessen Wandung einige der Gefäße sich verbreiten. — Orig.

Das Gefäßsystem ist also ein System von baumförmig verzweigten, an manchen Stellen auch netzförmig verbundenen elastischen kontraktilen Röhren, den Blutgefäßen oder Adern, die durch den Körper verbreitet sind. Es ist bald sehr vollkommen und fein verzweigt und durchdringt dann mit seinen Zweigen fast sämtliche Organe und Gewebe des Körpers; nur die Epithelien bleiben meistens gefäßlos, sie erhalten ihre Nahrung durch Durchsickerung aus den angrenzenden Geweben. In anderen Fällen besteht es dagegen aus verhältnismäßig wenigen abgegrenzten Kanälen, die mit den Spalten und Hohlräumen des Körpers in offener Verbindung stehen. In einem wohlausgebildeten Gefäßsystem zeichnen sich einige der Gefäße durch ihre bedeutende Weite und dickere Wandung vor den anderen aus, und von diesen Hauptstämmen gehen nach den verschiedenen Körperteilen andere Gefäße ab; letztere verzweigen sich unterwegs, teilen sich in immer feinere Aeste, und diese lösen sich endlich in die feinsten, netzförmig verbundenen Gefäße auf, welche die Organe durchdringen. Die Flüssigkeit, die von den großen Stämmen in die kleineren und kleinsten strömt, kehrt durch andere, die ebenfalls mit den feinsten Gefäßen in Verbindung stehen, schließlich wieder in die Hauptstämme zurück, so daß wir — wenigstens ist dies meistens der Fall — einen Kreislauf der Flüssigkeit beobachten. Diese Flüssigkeit, die Blutflüssigkeit, ist wesentlich als die aufgelöste Nahrung aufzufassen, wobei jedoch zu bemerken ist, daß sie auch von den Körpergeweben gewisse Teile aufgenommen hat, Abfallprodukte von der im Körper stattfindenden Verbrennung. In der Blutflüssigkeit, die gewöhnlich klar und farblos, seltener gefärbt (rot, grün usw.) ist, finden sich freie Zellen, die Blutzellen oder Blutkörperchen, gewöhnlich amöboide (amöbenähnliche) farblose[1]) Zellen, Leucocyten; seltener ist ein größerer oder kleinerer Teil der Blutkörperchen formbeständig (nicht imstande, Pseu-

dadurch erleichtert, daß der Darmkanal verzweigt, mit zahlreichen Ausstülpungen versehen ist, die sich weit in den Körper hinein erstrecken (z. B. bei den Medusen, beim Leberegel usw.).

1) Im Protoplasma können jedoch zuweilen gefärbte Körnchen vorhanden sein.

dopodien auszusenden) und rot gefärbt. Besonders bei den Wirbeltieren findet man solche rote Blutkörperchen (die bei ihnen weit zahlreicher sind als die farblosen), sie kommen aber auch bei verschiedenen niederen Tieren vor (z. B. bei gewissen Borstenwürmern, Mollusken), wo sie jedoch keine so regelmäßige Form besitzen wie bei den Wirbeltieren, bei denen sie ovale oder kreisrunde Scheiben sind. — Die Blutflüssigkeit und die Blutkörperchen bilden zusammen das Blut, dessen Farbe meistens von der Farbe der Flüssigkeit, bei den Wirbeltieren dagegen von derjenigen der Blutkörperchen abhängt.

Die Blutkörperchen werden in der Regel in zellenreichen Bindegewebspartien gebildet, die manchmal als selbständigere, gesonderte Knötchen usw. („Lymphdrüsen") hervortreten; die Blutkörperchen sind somit Bindegewebszellen, die sich von ihrer Bildungsstelle gelöst haben und in den Blutstrom eingetreten sind.

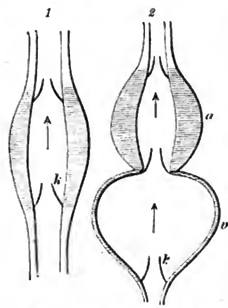


Fig. 36. 1 Schema eines einfachen Herzens, 2 eines aus Vorhof und Herzkammer zusammengesetzten. a Herzkammer, v Vorhof, k Klappe. — Orig.

Die stetige Strömung, in der sich das Blut befindet, wird gewöhnlich dadurch bewirkt, daß an gewissen Stellen des Röhrensystems reichliches, kräftig arbeitendes Muskelgewebe in der Wand vorhanden ist, so daß diese Abschnitte imstande sind, rhythmische Kontraktionen auszuführen, zu pulsieren und dadurch das Blut fortzubewegen; man nennt einen solchen Abschnitt des Gefäßsystems ein Herz. Es können mehrere solche bei demselben Tier vorhanden sein; gewöhnlich findet sich jedoch nur ein einzelnes, oder, wenn mehrere vorhanden sind, zeichnet sich eins von ihnen durch Größe und kräftige Entwicklung aus und wird als das Herz bezeichnet; dieses steht immer mit einigen der größten Gefäße des Körpers in direkter Verbindung, bildet sozusagen den Knotenpunkt des ganzen Gefäßsystems. Oft finden sich an den Oeffnungen des Herzens eigentümliche Falten, Klappen, deren Aufgabe es ist, die Richtung des Blutstroms zu regulieren, indem sie den Durchgang nur nach der einen Richtung erlauben; wenn das Blut anfängt, nach der entgegengesetzten Richtung zu strömen, versperren sie den Weg (vergl. Fig. 36, 1). Oefters ist „das Herz" in mehrere Abteilungen geteilt oder es ist zusammengesetzt aus mehreren dicht beisammen gelagerten Herzen. Meist ist es dann so, daß das Blut zunächst in eine dünnwandigere Abteilung, den Vorhof, eintritt und von dieser in eine dickwandigere, kräftigere, die Herzkammer, gelangt. Zuweilen finden wir auch, daß in die Herzkammer mehrere Vorhöfe einmünden (bei manchen Mollusken). Während die Herzkammer die Bewegung des Blutes durch den Körper hindurch besorgt, hat der dünnwandige, sehr erweiterungsfähige Vorhof die Aufgabe während der Kontraktion der Herzkammer das zuströmende Blut in Empfang zu nehmen, das nachher, wenn die Herzkammer wieder erschlafft, in diese hineintritt. Die Gefäße, in denen das Blut in der Richtung vom Herzen weg verläuft, werden als Arterien, diejenigen, in denen das Blut in der entgegengesetzten Rich-

tung, zum Herzen hin, verläuft, als Venen bezeichnet. Die feinsten, netzförmig verbundenen Gefäße, welche die äußersten Aeste der Arterien und Venen verbinden, nennt man Capillaren; sie fehlen übrigens sehr oft und sind durch Spalten und Hohlräume des Körpers gewissermaßen ersetzt: die Arterien und Venen stehen dann mit diesen in offener Verbindung, das Blut gelangt von den Arterien in die Spalträume hinein und von diesen wieder in die Venen.

An der Zusammensetzung der Wand der Gefäße können folgende Gewebe teilnehmen: Bindegewebe, häufig mit reichlichen und starken elastischen Fasern; Muskelgewebe, das in manchen Gefäßen die Hauptmasse ausmacht; innerlich ist häufig ein Plattenepithel vorhanden, das aber auch fehlen kann, andererseits aber in manchen feinen Gefäßen die ganze Wand ausmacht. Die Wand stärkerer Arterien kann (bei den Wirbeltieren) aus mehreren Muskelschichten zusammengesetzt sein, die durch Schichten starker elastischer Fasern getrennt sind. Die Wandungen der Venen sind im ganzen dünner als die der Arterien, aber wesentlich wie diese gebaut.

Vermöge ihrer Ausdehnungsfähigkeit können die dem Herzen näher gelegenen Arterien sich unter dem Druck des vom Herzen herausströmenden Blutes ausdehnen und vermöge ihrer Elastizität und Kontraktilität dann das Blut weiter in die feineren Arterien befördern. — Nicht nur die Arterien und Venen, sondern auch die Capillaren können kontraktil sein, so daß sogar ihre Lichtung zeitweilig völlig verstreichen kann.

Indem das Areal der Querschnitte der feineren Gefäße zusammen viel größer ist als das der Gefäßstämme, aus denen sie sich abzweigen, folgt aus physikalischen Ursachen, daß die Strömung z. B. in den Capillaren weitaus langsamer ist als in den großen Gefäßen.

Ueber das ausschließlich bei den Wirbeltieren vorhandene Lymphgefäßsystem vergl. diese.

8. Atmungsorgane.

Die Zellen des Metazoenkörpers müssen ebenso wie die Amöbe Sauerstoff aufnehmen, um leben zu können. Es muß somit vom Körper immerfort Sauerstoff aufgenommen werden, und dieser muß allen Zellen der verschiedenen Körperteile zugeführt werden. Ferner müssen die Abfallprodukte, die durch die in den Zellen stattfindende Verbrennung gebildet werden, aus dem Körper ausgeschieden werden. Einer dieser Abfallstoffe ist die Kohlensäure (CO_2), deren Ausscheidung aus dem Körper meist wechselseitig mit der Aufnahme des Sauerstoffs stattfindet, während andere Abfallprodukte in anderer Weise fortgeschafft werden (vergl. die Excretionsorgane). Man bezeichnet die Aufnahme des Sauerstoffs und die Ausscheidung der Kohlensäure als die Atmung (Respiration), und diejenigen Organe, die dieser Funktion dienen, als die Atmungsorgane. Der Sauerstoff wird bei einigen Tieren aus der atmosphärischen Luft aufgenommen, von der bekanntlich ungefähr $^1/_5$ Sauerstoff ist („luftatmende“ Tiere); bei anderen ist es dagegen der in allen natürlichen Gewässern vorhandene freie (gelöste) Sauerstoff[1], der bei der Atmung verbraucht wird.

---

1) Der Sauerstoff ist übrigens nur in bescheidener Menge in den Gewässern vorhanden; in 1000 ccm Wasser finden sich bei 7° C höchstens 8 ccm Sauerstoff.

Viele niedere Tiere besitzen keine besonderen Atmungsorane, sondern atmen mit der ganzen freien Oberfläche des Körpers; der im Wasser oder in der Luft enthaltene Sauerstoff wird von der Haut (osmotisch) aufgenommen und dringt von dieser weiter in den Körper hinein, ebenso wie die Kohlensäure von der Haut abgegeben wird. Bei denjenigen von diesen Tieren, die ein Gefäßsystem besitzen, spielt dieses eine gewichtige Rolle in bezug auf die Ueberführung des Sauerstoffs in den Körper und auf die Fortschaffung der Kohlensäure: das Blut nimmt, indem es durch die Hautgefäße strömt, den Sauerstoff auf, führt ihn in das Körperinnere, gibt ihn unterwegs ab und nimmt Kohlensäure auf und kehrt, mit dieser beladen, nach der Haut zurück, wo die Kohlensäure abgegeben und Sauerstoff aufgenommen wird (Hautrespiration). — Auch der Darmkanal kann bei den Tieren, die keine Atmungsorgane besitzen, eine Rolle bei der Atmung spielen, indem mit der Nahrung immer Luft oder lufthaltiges Wasser hinabgeschluckt wird, dessen Sauerstoff von der Darmwand aufgenommen wird (Darmrespiration). — Es sind namentlich eine große Anzahl Wassertiere, die besonderer Atmungsorgane entbehren; dazu kommen aber noch einzelne Landtiere (z. B. der Regenwurm). Fast immer sind es ziemlich „dünnhäutige“ Tiere, d. h. solche ohne eine dickere festere Cuticula oder einen anderen, vom Sauerstoff schwer zu durchdringenden Ueberzug, und fast immer Tiere von geringer Größe (kleine Körper haben bekanntlich eine verhältnismäßig größere Oberfläche als große Körper von derselben Form).

Die meisten Tiere sind jedoch mit besonderen Atmungsorganen ausgestattet. Das allgemein durchgeführte Prinzip besteht darin, daß das lufthaltige Wasser oder die atmosphärische Luft mit größeren dünnhäutigen Flächen in Berührung gebracht wird, durch die der Sauerstoff in ausgedehntem Maße aufgenommen und Kohlensäure ausgeschieden wird. Meistens ist unmittelbar unter der betreffenden Oberfläche ein dichtes Capillarnetz ausgebreitet; indem das Blut durch letzteres strömt, gibt es Kohlensäure an die Umgebung ab und nimmt Sauerstoff auf, der mit dem Blut in den Körper gelangt, wo er abgegeben wird und wo das Blut Kohlensäure aufnimmt, usw.

Diejenigen Tiere, die darauf angewiesen sind, den im Wasser enthaltenen Sauerstoff aufzunehmen, atmen meistens durch Kiemen, dünnhäutige Körperanhänge mit verhältnismäßig großer Oberfläche, die entweder frei auf dem Körper sitzen oder in Höhlungen angebracht sind, die mit der Außenwelt in offener Verbindung stehen (Kiemenhöhlen); die Oberflächenvergrößerung wird durch plattenförmige Ausbreitung, durch Faltung, Verzweigung usw. der Kieme erreicht. Wenn die Kiemen in Höhlungen eingeschlossen sind, so ist gewöhnlich durch besondere Einrichtungen dafür gesorgt, daß eine Wasserströmung stetig oder wenigstens häufig über die Kiemen hin stattfindet (so bei vielen Crustaceen, z. B. beim Flußkrebs, und bei den Fischen), wodurch erreicht wird, daß immer neue Wasserteilchen — und damit auch neuer Sauerstoff — mit den Kiemen in Berührung kommen.

Bei den luftatmenden Tieren sind die Atmungsorgane in der Regel dünnhäutige, sackförmige Einstülpungen, Lungen, die durch eine größere oder kleinere Oeffnung mit der Außenwelt in Verbindung stehen; die respirierende Oberfläche der Lungen wird häufig dadurch vergrößert, daß sich kleinere Ausstülpungen daran bilden; dies kann sich wiederholen, so daß die Lunge stark verästelt und ihre innere

Oberfläche außerordentlich groß wird (vergl. besonders die Wirbeltiere). In der Wand des Sackes findet sich ebenso wie in den Kiemen ein feines Gefäßnetz.

Ganz eigenartig verhält sich das Atmungsorgan der Insecten (und gewisser anderer Arthropoden), das sog. Tracheensystem, das dadurch ausgezeichnet ist, daß die atmosphärische Luft direkt allen Organen zugeführt wird, indem luftführende Kanäle sich überallhin in den Körper verzweigen (vergl. das Nähere unter „Insecten").

Ebenso wie es für die Kiemen notwendig ist, daß sie immerfort mit neuen Wasserteilen in Berührung kommen, so muß auch in den luftatmenden Organen die Luft stetig erneuert werden; bleibt dieselbe Luftmenge in einer Lunge stehen, so wird der Sauerstoff allmählich verbraucht, die Luft wird mit Kohlensäure beladen, und wird die Luftmenge dann nicht erneuert, so hört die Lunge auf, als Atmungsorgan zu wirken. Die Entfernung der Luft geschieht im allgemeinen in der Weise, daß die betreffenden Organe zusammengepreßt werden, die Aufnahme in der Regel dadurch, daß sie sich wieder erweitern, wodurch die zurückgebliebene Luft verdünnt wird und die äußere Luft einströmt; die näheren Einrichtungen sind übrigens sehr verschieden.

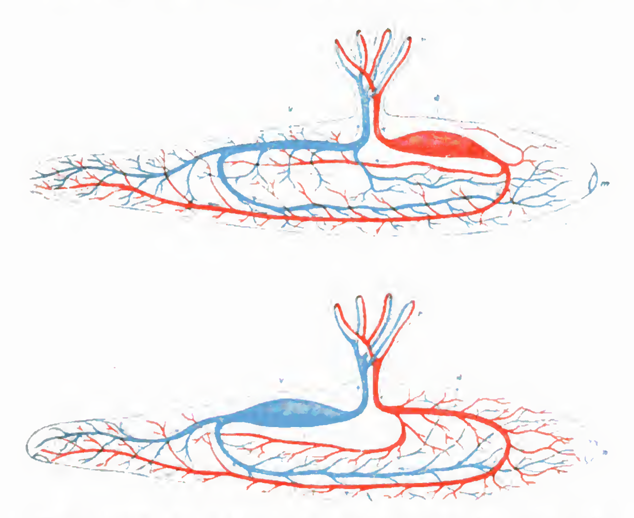


Fig. 37. Schemata, um das allgemeine Verhältnis der Atmungsorgane, *r*, zum Gefäßsystem zu erläutern. *m* Mund, *a* arterieller, *v* venöser Blutbehälter. In der oberen Figur haben wir ein „arterielles Herz", in der unteren ein „venöses Herz". Die Gefäße, die arterielles Blut führen, rot, diejenigen, die venöses Blut führen, blau. — Orig.

Die Ausbildung besonderer Atmungswerkzeuge hat den größten Einfluß auf das Gefäßsystem, dessen Anordnung zum großen Teil von den Atmungsorganen bedingt wird. Wenn das Blut in den Geweben Sauerstoff abgegeben und Kohlensäure aufgenommen hat, ist es von Bedeutung, daß baldigst die Kohlensäure wieder nach außen abgegeben und neuer Sauerstoff aufgenommen wird. Dies wird im allgemeinen in der Weise erreicht, daß all das kohlensäurehaltige, sogenannte venöse Blut, das die Organe durchströmt hat, sich zu einem größeren gemeinsamen Behälter begibt, aus dem es nach den Kiemen oder Lungen befördert wird (Fig. 37). Nachdem es hier die Kohlensäure abgegeben und Sauerstoff aufgenommen hat, geht das Blut, das jetzt als arterielles bezeichnet wird, in einen zweiten großen Blutbehälter, aus dem es in den Körper hineinströmt. Derartig ist die Anordnung bei den meisten mit Atmungswerkzeugen und einem ausgebildeten Gefäßsystem versehenen Tieren; innerhalb dieses gemeinsamen Rahmens findet man aber sehr große Unterschiede. Bei vielen wirbellosen Tieren (Mollusken, Crustaceen) wird der arterielle Blutbehälter von dem Herzen repräsentiert; dieses empfängt also bei jenen das arterielle Blut von den Kiemen, ist ein „arterielles Herz", aus dem dann das Blut in den Körper getrieben wird; vom Körper geht das venöse Blut in einen großen venösen, nicht kontraktilen Behälter, einen venösen „Blutsinus", der wieder das Blut an die Kiemen abgibt. Bei den Fischen ist es ganz anders; bei ihnen repräsentiert das Herz den venösen Behälter, der das Blut aus dem Körper aufnimmt und dasselbe an die Kiemen abgibt, das Herz dieser Tiere ist ein „venöses Herz"; von den Kiemen geht das Blut zur Aorta, einem großen (nicht pulsierenden) Gefäß, welches den arteriellen Behälter repräsentiert, und von diesem in den Körper hinein. Bei Vögeln und Säugetieren ist das Verhältnis wieder wesentlich anders, indem hier eigentlich, wenn man die Funktion allein betrachtet, zwei Herzen vorhanden sind, von denen das eine, die rechte Seite des Herzens (rechter Vorhof und rechte Herzkammer), den venösen Blutbehälter repräsentiert, indem es das Blut aus dem Körper empfängt und in die Lungen führt, während das andere (linker Vorhof und linke Herzkammer) den arteriellen Behälter darstellt, das Blut aus den Atmungsorganen empfängt und in den Körper hineintreibt.

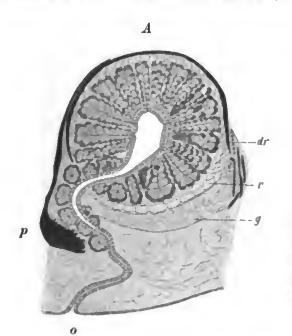
Es ist hier übrigens hervorzuheben, daß die Ausbildung besonderer Atmungsorgane in keiner Weise zur Folge hat, daß die allgemeine Haut- und Darmrespiration aufhört. Diese Seiten der Atmung sind zwar bei manchen Tieren, z. B. bei den Säugetieren, von sehr untergeordneter Bedeutung, bei anderen können sie dagegen, besonders die Hautatmung, eine bedeutende Rolle spielen.

In den roten Blutkörperchen der Wirbeltiere ist ein roter Stoff, Hämoglobin, enthalten, der für die Atmung von großer Bedeutung ist, indem der größte Teil des aufgenommenen Sauerstoffs nicht einfach in der Blutflüssigkeit aufgelöst, sondern chemisch an das Hämoglobin gebunden ist, von dem er sich jedoch sehr leicht wieder trennt, was eben geschieht, indem das Blut in den Capillaren durch die Gewebe tritt; wenn das Hämoglobin sauerstoffreich ist, hat das Blut eine hochrote Farbe, (arterielles Blut); wenn es sauerstoffarm ist, erscheint das Blut dunkelrot (venöses Blut). Derselbe oder ein ähnlicher Stoff findet sich auch in den roten Blutkörperchen niederer Tiere und ist ebenfalls in der rotgefärbten Blutflüssigkeit mancher Borstenwürmer u. a. vorhanden. In der hell-

blau gefärbten Blutflüssigkeit der Tintenfische findet sich ein verwandter Stoff, Hämocyanin, der dieselbe Funktion hat wie das Hämoglobin; und derselbe oder ein ähnlicher Stoff findet sich auch in der Blutflüssigkeit anderer Mollusken und mancher Arthropoden.

Lautorgane. Viele Tiere haben die Fähigkeit, Laute von verschiedener Art zu erzeugen. Wenn wir dieses Vermögen an d eser Stelle erwähnen, so geschieht es nicht deshalb, weil es in irgend einem Verhältnis zu dem eigentlichen Respirationsprozeß steht, sondern weil die lauterzeugenden Organe bei den luftatmenden Tieren, die besonders mit diesem Vermögen ausgerüstet sind, gewöhnlich eng an die Atmungsorgane geknüpft sind. Am Eingange zu den Luftatmungsorganen sind öfters dünne Platten oder Hautfalten („Stimmbänder") vorhanden, die durch die aus den Atmungsorganen ausgepreßte Luft in Schwingungen versetzt werden können. In dieser Weise wird nicht nur die Stimme der meisten Wirbeltiere erzeugt, sondern auch manche Laute der Insecten. Die Lautäußerung kann aber auch von den Atmungswerkzeugen ganz unabhängig sein. Gewisse Schrei- und Knarrlaute bei Insecten, Crustaceen und Fischen kommen z. B. dadurch zustande, daß feste Flächen gegeneinander gerieben werden; der summende Laut der Bienen und anderer fliegender Insecten kann durch Schwingungen der Flügel erzeugt werden. Die verschiedenen Lautäußerungen dienen teils als Mitteilungsmittel anderen Individuen derselben Art gegenüber, teils dazu, Angreifer zu erschrecken usw.

Leuchtorgane. Verschiedene Protozoen besitzen das Vermögen, im Dunkeln zu leuchten. Dasselbe ist auch mit zahlreichen Metazoen der Fall. Bei einigen, z. B. den Copepoden, ist es einfach das Secret eigener Hautdrüsen, das, indem es in das Wasser austritt, aufleuchtet; auch bei manchen anderen, z. B. gewissen Borstenwürmern (Seeraupen), kommen solche Leuchtdrüsen vor, und bei vielen Fischen haben die Leuchtorgane ebenfalls einen Ausführungsgang (Fig. 38 *A*). Beim Bärenspinner tritt



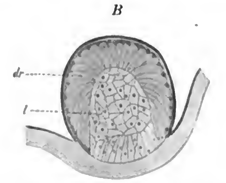


Fig. 38. Leuchtorgane verschiedener Tiefseefische, durchschnitten. *A* drüsenartiges Leuchtorgan. *dr* Leuchtstoff secernierende Drüsen, *g* gallertiges Gewebe, *o* Oeffnung des Organs, *p* Pigmentschicht, *r* reflektorischeGewebeschicht. — *B* Leuchtorgan ohne Ausführungsgang. *dr* Leuchtzellen, *l* Linse. — Nach A. Brauer.

an der Brust ein Secret aus, das an der Luft leuchtet. Bei anderen bleibt der Leuchtstoff dagegen in den Organen, wo er produziert ist (Fig. 38 *B*). Die Leuchtorgane sind in solchen Fällen bisweilen einfache Zellengruppen,

in anderen Fällen sind sie von komplizierterer Bauart, mit Linsen ausgestattet, von einer Pigmentschicht umgeben usw., so daß sie manchmal augenähnlich aussehen. Das Aufleuchten findet häufig unter Einfluß äußerer Reize statt: bei den Copepoden veranlaßt der Reiz die Entleerung der Leuchtdrüsen und damit das Leuchten; bei manchen Meerestieren findet ein Leuchten nur statt, wenn das Meer bewegt wird; beim Johanniswürmchen ist das Leuchtorgan reich mit Nerven versehen, und äußere Reize wirken unverkennbar auf die Intensität des Leuchtens ein. Die Lichterzeugung ist an die Gegenwart von freiem (chemisch nicht gebundenem) Sauerstoff geknüpft und beruht offenbar auf einer Oxydation; ob CO_2 dabei produziert wird, ist unbekannt. Der Prozeß ist nur mit einer äußerst geringen Wärmeproduktion verbunden. — Das Leuchtvermögen kommt sowohl bei manchen Meerestieren (Meerleuchten) wie auch bei verschiedenen Landtieren vor. Von Meerestieren findet es sich bei Mitgliedern folgender Gruppen: Protozoen, Cölenteraten, Echinodermen, Borstenwürmern, Crustaceen, Schnecken, Muscheltieren, Tintenfischen, Tunicaten, Fischen (Tiefseefischen usw.); von Landtieren bei gewissen Regenwürmern, Tausendfüßlern und Insecten. Die nicht leuchtenden bilden jedoch die große Majorität. Die biologische Bedeutung der Leuchtorgane ist offenbar eine sehr verschiedene. Bei den Tiefseetieren dürften sie als Scheinwerfer anzusehen sein, mittels welcher die Tiere ihre Umgebung beleuchten können, in anderen Fällen dienen sie als Mittel zur Zusammenführung der Geschlechter usw.

9. Excretions- oder Harnorgane.

Bei der Verbrennung im Körper werden außer Kohlensäure auch gewisse andere Abfallprodukte erzeugt, die im Organismus nicht weiter verwendet werden können, eventuell sogar auf denselben schädlich einwirken würden und deshalb fortgeschafft oder in anderer Weise unschädlich gemacht werden müssen. Diese sämtlichen Abfallprodukte werden als Excretionsstoffe oder Excrete bezeichnet. Es sind besonders gewisse stickstoffhaltige Stoffe, von denen hier die Rede ist: Harnsäure, Harnstoff, Guanin usw.

Die Art und Weise, wie der Organismus sich der Excretionsstoffe entledigt, ist sehr mannigfaltig. Bei vielen Tieren finden sich besondere drüsige Organe, die diese Stoffe dem übrigen Körper entnehmen, dieselben dann absondern und aus dem Körper hinausschaffen; diese Harn- oder Excretionsorgane (Nieren, Nephridien) sind gewöhnlich schlauch- oder sackförmige Drüsen, die an der Körperoberfläche oder in den hinteren Teil des Darmkanals ausmünden. Als Beispiele solcher echten Excretionsorgane können genannt werden: die Malpighischen Gefäße der Insecten, die Segmentalorgane der Ringelwürmer, die Nieren der Wirbeltiere. Das Secret, der Harn, enthält entweder die Excretionsstoffe in gelöstem Zustande oder in Form von in der Flüssigkeit suspendierten Krystallen oder mehr körnigen „Concretionen". Manchmal ist ein Sack ausgebildet, der als Reservoir für den abgesonderten Harn dient: Harnblase.

Die Harnabsonderung ist aber nicht notwendig an besondere Drüsen geknüpft; sehr häufig findet man vielmehr, daß Organe, die im übrigen anderweitige Aufgaben haben, eine excretorische Nebenfunktion besitzen. Bei manchen Borstenwürmern finden sich z. B.

in den Zellen des Darmkanals Körnchen, die den Concretionen in den Segmentalorganen derselben Tiere auffallend ähnlich sind; ohne Zweifel sind dies Harnstoffe, die mit den Faeces zusammen abgehen; ähnliche Verhältnisse findet man auch im Enddarm der Rotatorien. In dem Inhalt des sogenannten Chylusdarmes verschiedener Insecten hat man Harnsäure nachgewiesen, die nur von dem Darmepithel abgesondert sein kann. Auch für die Säugetiere ist es bestimmt nachgewiesen, daß die Faeces nicht etwa allein aus Speiseresten bestehen, sondern zum guten Teil aus charakteristischen Stoffen, die von der Darmwand abgesondert sind und kaum eine andere Bedeutung haben können als die, daß es Stoffe sind, deren das Tier sich entledigt, also Excretionsstoffe. — Ein anderes Organ, das eine excretorische Nebenfunktion besitzen kann, ist das die Leibeshöhle auskleidende Epithel, das sowohl bei manchen Borstenwürmern wie bei den Selachiern Harnstoffe absondert, die in verschiedener Weise aus dem Körper ausgeführt werden[1]).

Keineswegs werden aber immer die Excretionsstoffe aus dem Körper weggeschafft, manchmal werden sie in der Weise unschädlich gemacht, daß sie sich an gewissen Stellen des Körpers ablagern, wo sie eine bleibende Stelle finden oder jedenfalls für längere Zeit aufgespeichert werden. Das ist z. B. bei den Tunicaten der Fall, bei denen harnsaure Concretionen in Zellengruppen abgelagert werden, die mit der Außenwelt keine Verbindung haben, ebenso auch bei manchen Crustaceen. Bei einer Nacktschnecke, deren eigentliche Niere rückgebildet ist, findet man im ganzen Körper Zellen zerstreut, welche Harnsäureconcretionen enthalten. Auch bei manchen Insecten werden in gewissen Teilen des sogenannten Fettkörpers große Quantitäten von Harnsäure abgelagert; bei einigen geschieht dies definitiv; bei manchen Insectenlarven werden aber die im Fettkörper aufgespeicherten Harnstoffe später aus dem Körper ausgeschieden.

Auch die bei den meisten Tieren in so ausgedehntem Maße in der Haut und anderen Organen vorhandenen Pigmente sind wahrscheinlich zum großen Teil aufgespeicherte Abfallstoffe. Für gewisse Hautpigmente der Reptilien, Amphibien und Fische ist es nachgewiesen, daß sie aus harnsauren Verbindungen oder aus Guanin bestehen; Aehnliches ist auch für gewisse Farbstoffe der Schmetterlinge bekannt und gilt wahrscheinlich in vielen anderen Fällen; aber auch wo die chemische Zusammensetzung eine andere ist, dürfte es sich wenigstens häufig um Abfallstoffe handeln. Manchmal ist diese Ablagerung eine dauernde. In anderen Fällen ist aber die Aufspeicherung der Pigmente nur eine Einleitung zu einer Fortschaffung derselben aus dem Körper: bei der Häutung mancher Tiere, bei der Haarung der Säugetiere, bei der Mauser der Vögel werden die in der Cuticula, resp. den Haaren und den Federn vorhandenen Pigmente aus dem Körper entfernt[2]).

---

1) Bei manchen der zahlreichen Tiere, über deren Excretion man nichts weiß, wird dieselbe wahrscheinlich in ähnlicher Weise: durch die Darmzellen, durch die Haut usw. besorgt. Die Excretion bei den Cölenteraten ist z. B. zweifellos eine allgemeine Oberflächen-Excretion.

2) Das in der Epidermis und den Haaren der Säugetiere vorhandene Pigment wird — jedenfalls zum großen Teil — nicht an Ort und Stelle gebildet, sondern durch Wanderzellen, die aus dem unterliegenden Bindegewebe in die Epidermis einwandern, in diese hineingebracht.

10. Fortpflanzung und Fortpflanzungsorgane.

A. Geschlechtliche Fortpflanzung.

Bei der Amöbe fand, wie wir gesehen haben, die Vermehrung in der Weise statt, daß der Körper des Tieres sich in zwei teilte, nachdem vorher der Kern sich geteilt hatte. In derselben Weise pflanzen sich alle anderen Protozoen fort.

Eine eigentümliche Erscheinung, die in einem gewissen Verhältnis zur Vermehrung der Protozoen steht, ist die sogenannte Copulation, die bei vielen von diesen vorkommt. Sie besteht darin, daß zwei Individuen sich nähern und einander berühren, worauf das Protoplasma beider zu einer einzigen Masse zusammenfließt; darauf verschmelzen auch die Kerne. Das ist ja im Grunde das Umgekehrte von einer Fortpflanzung, indem hier nicht eine Vermehrung stattfindet, vielmehr eine Verringerung der Anzahl der Individuen zustande kommt, indem aus zweien eins wird. Zwischen der Copulation und der Fortpflanzung

Fig. 39.

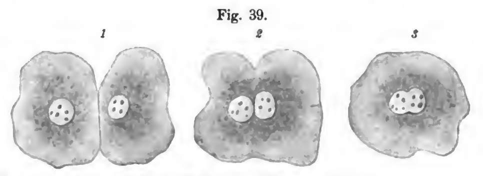


Fig. 39. Copulation zweier Protozoen; die Gameten gleich. *1* sie haben sich aneinander gelagert. *2* die Protoplasmakörper haben sich vereinigt. *3* die Kerne sind verschmolzen.

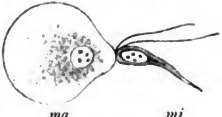


Fig. 40.

Fig. 40. Copulation zweier Protozoen; die Gameten sehr verschieden. *ma* Macrogamet, *mi* Microgamet.

besteht aber insofern ein Verhältnis, als das durch die Verschmelzung entstandene Individuum in vielen Fällen ein besonderes Vermögen besitzt, sich wiederholt zu teilen. Die beiden copulierenden Individuen, die Gameten, können entweder gleich (Fig. 39) oder mehr oder weniger verschieden sein; in gewissen Fällen ist der Unterschied sehr groß (Fig. 40): das eine groß und beweglich, Macrogamet, das andere klein und mit kräftigen Geißeln versehen, durch die es fortbewegt wird, Microgamet.

Bei den Metazoen, die, wie früher hervorgehoben (S. 4), als Zellen- oder Protozoen-Gesellschaften aufzufassen sind, findet eine Bildung neuer Individuen in der Weise statt, daß gewisse Zellen sich aus dem Zusammenhang mit den übrigen losreißen, und jede solche abgetrennte Zelle, ein **Ei**, wie sie genannt wird, teilt sich in zahlreiche Zellen, die miteinander in Zusammenhang bleiben und sich schließlich zu einem neuen Individuum, ähnlich demjenigen, von dem es stammt, ausgestaltet.

Diese Entwicklung findet jedoch in der Regel erst statt, nachdem eine Copulation stattgefunden hat zwischen dem Ei und einer anderen

losgelösten Zelle, einem sogenannten **Samenkörperchen**, Spermatozoon (Spermium), das in der Regel ein vom Ei sehr abweichendes Aussehen hat; erst wenn diese Copulation, die hier als Befruchtung (Fig. 47) bezeichnet wird, stattgefunden hat, kann das Ei sich zu einem neuen Individuum entwickeln.

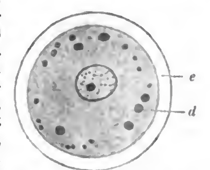


Fig. 41. Ei einer Katze (stark vergr.). *d* Dotterkörperchen, *e* Eihaut. In der Mitte Keimbläschen mit Keimfleck.

Den geschilderten Vorgang bezeichnet man als **geschlechtliche Fortpflanzung** der Metazoen. Das Charakteristische hierfür ist also, daß eine Zelle, das Ei, sich ablöst, sich mit einer anderen Zelle, dem Samenkörperchen, vereinigt und so das Vermögen erwirbt, sich zu einem neuen Individuum zu entwickeln, das demjenigen ähnlich ist, in dem es entstanden ist.

Das **Ei**, das in der Regel eine rundliche, oft kugelrunde Zelle ist, besteht wie andere Zellen aus Protoplasma, in welchem ein Kern — das Keimbläschen genannt — liegt; letzterer enthält häufig ein großes Kernkörperchen, den Keimfleck, oder auch mehrere; oft ist das Ei mit einer dünneren oder dickeren Hülle, der Dotter- oder Eihaut, umgeben, die mit einer oder mehreren Oeffnungen, Micropylen, versehen sein kann, durch die das Samenkörperchen in das Ei eindringt. Im Protoplasma sind gewöhnlich zahlreiche fett- oder eiweißartige Körperchen von verschiedener Form ausgeschieden, Dotterkörnchen, -kugeln, -plättchen, die

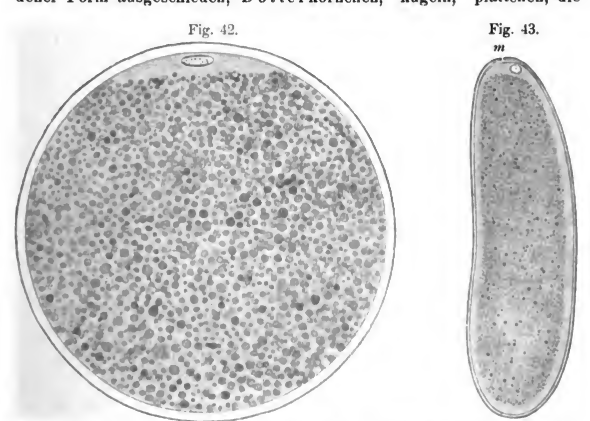


Fig. 42. Ei mit zahlreichen Dotterkugeln; das Protoplasma mit dem Kerne am einen Pol (oben) angesammelt. Ziemlich dicke Eihaut.

Fig. 43. Ei eines Insects: das Protoplasma (mit dem Kerne) bildet eine dünne Schicht an der ganzen Oberfläche des Eies um das große Deutoplasma herum. Zu äußerst die (hier sehr feste) Eihaut mit einer Micropyle, *m*.

mit einem gemeinsamen Namen als Dotterkörperchen oder Deutoplasma bezeichnet werden (im Gegensatz zum Protoplasma, in dem sie liegen). Das Ei ist fast immer groß im Vergleich mit den meisten anderen Zellen; in vielen Fällen (z. B. bei den Säugetieren) ist es allerdings mikroskopisch klein, in anderen Fällen aber, wenn das Deutoplasma sehr stark entwickelt ist, erreicht es eine kolossale Größe (z. B. bei Haien und Vögeln). Nicht selten sammelt sich dann das meiste Protoplasma mit dem Kern an dem einen Pol an (Fig. 42), während die Hauptmasse des Eies aus Dotterkörperchen besteht, die von einer geringen Menge Protoplasma zusammengehalten werden (Vögel); oder das Protoplasma liegt als eine dünne Schicht (Fig. 43) an der ganzen Oberfläche des Eies, während das Innere hauptsächlich aus Deutoplasma besteht (Insecten).

Das **Samenkörperchen** (Spermium, Spermatozoon) ist anfänglich eine einfache, kleine, aus Protoplasma und Kern bestehende Zelle, und einige bleiben auf dieser Stufe stehen (Fig. 44, 11); in solchen Fällen ist das Samenkörperchen manchmal imstande, Pseudopodien auszusenden (10). In der Regel ist aber das fertige Spermium nicht so einfach. Allgemein besteht es aus einem verdickten Teil, dem

Fig. 44. Samenkörperchen.
1 Mensch.
2 Rochen.
3 Möve.
4 Schnecke *(Patella)*.
5 Ohrenqualle *(Aurelia)*.
6 Hecht.
7 Käfer.
8 Lungenfisch *(Protopterus)*.
9 Decapode (Krebstier).
10 Rübenälchen (Nematode).
11 Leuchtkrebs.
12 Daphnie.
h Kopf, *ha* Schwanz, *f* Verbindungsstück, *b* undulierender Saum, *e* Endfaden, *u* schwach beweglicher Fortsatz. Nach versch. Verff.

Kopf, und einem langen, dünnen, peitschenförmigen Schwanz, durch dessen Schwingungen das Samenkörperchen lebhaft fortbewegt wird; der Kopf besteht wesentlich aus dem umgebildeten Kern, der Schwanz kann als eine mächtige Geißel aufgefaßt werden; das Protoplasma ist geschwunden. Oft ist Kopf und Schwanz durch ein Verbindungsstück

(Fig. 44, *f*) getrennt; oft ist der Schwanz kein einfacher Faden, sondern mit einem undulierenden Saum ausgestattet (6, *b*) oder bandförmig (2, 7); oft geht der Schwanz in einen besonderen Endfaden aus (1). Diese Form von Samenkörperchen kommt bei vielen Tieren sehr verschiedener Abteilungen vor; übrigens können die Samenkörperchen noch viele andere Formen besitzen, so bei den Decapoden unter den Crustaceen, bei denen sie mit längeren oder kürzeren Fortsätzen ausgestattet sind (9) und sich jedenfalls nicht derartig wie die anderen bewegen können.

Ei- und Samenkörperbildung (Fig. 45). Die Samenkörperchen entstehen im Hoden (vergl. unten) aus sogenannten Spermogonien (Samenmutterzellen), die sich zunächst in je zwei Prospermiden teilen, die je die Zahl von Chromosomen (vergl. S. 5) enthalten, die

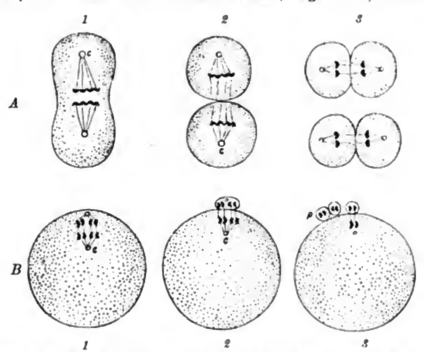


Fig. 45. Schemata zur Ei- und Samenkörperchenbildung beim Pferdespulwurm *(Ascaris megalocephala)*. *A 1* Spermogonium, das sich zur Teilung vorbereitet. *A 2* Teilung desselben in zwei Prospermiden. *A 3* Teilung der Prospermiden in Spermiden. — *B 1* Oogonium, das sich zur Teilung vorbereitet. *B 2* Teilung desselben im Proovum und erste Polzelle. *B 3* weitere Teilung derselben in Ei und Polzellen. — *c* Centrosom, *p* Polzelle. Vergl. übrigens den Text.

für die betreffende Tierart charakteristisch ist[1]). Aber gleich danach findet eine neue Teilung statt: jede Prospermide teilt sich in zwei Spermiden, ohne daß der Kern inzwischen in das Ruhestadium eingetreten ist, vielmehr erfolgt die Teilung in der Weise, daß die halbe Anzahl der Chromosomen auf die eine, die halbe Anzahl auf die andere Spermide übergeht, so daß diese Zellen, eben die zukünftigen Samenkörperchen, in ihren Kernen („Vorkernen", „Pronuclei") nur die halbe Anzahl von Chromosomen enthalten, die für die Zellen der betreffenden Art charakteristisch sind.

Bei der Eibildung findet eine entsprechende Entwicklung statt. Dem Spermogonium entspricht ein Oogonium (Eimutterzelle), das sich zunächst in zwei Zellen teilt mit normaler Chromosomenzahl; diese

1) Sämtliche Zellen derselben Tierform besitzen im allgemeinen dieselbe bestimmte Anzahl Chromosomen.

beiden Zellen sind aber von sehr ungleicher Größe, indem die eine, die erste Polzelle, nur eine sehr geringe Menge von Protoplasma enthält; die größere wird als Proovum bezeichnet. Beide teilen sich wieder in je zwei, ohne daß der Kern in das Ruhestadium eintritt, und die Chromosomen verteilen sich zur Hälfte auf die eine, zur Hälfte auf die andere Zelle. Bei dieser zweiten Teilung zerfällt das Proovum wieder in zwei sehr ungleiche Stücke. Die durch die Teilungen entstandenen 3 kleinen Zellen werden als Polzellen oder Richtungskörperchen bezeichnet, die große Zelle ist das Ei, das also ebenso wie die Samenkörperchen einen „Vorkern" mit der Hälfte der normalen Chromosomenzahl erhält. Die Polzellen gehen zugrunde; sie sind offenbar als unvollkommene Eier (Abortiveier) aufzufassen. Die Polzellenbildung, die als Reifung des Eies bezeichnet wird, findet allgemein nicht bereits im Eierstock statt, sondern erst nach der Ablösung des Eies, ja meistens erst nachdem das Samenkörperchen in dasselbe eingedrungen ist.

Geschlechtsorgane. Die Bildung von Eiern und Samenkörperchen ist gewöhnlich an bestimmte Stellen des Körpers und in der Regel — aber nicht immer — an deutlich abgegrenzte Organe (Gonaden) geknüpft. Die Organe, in denen die Eier gebildet werden, nennt man Eierstöcke (Ovarien). Ihr Bau ist bei verschiedenen Tieren sehr verschieden; es ist ihnen jedoch gemeinsam, daß sie Eizellen verschiedener Ausbildungsstufen enthalten. Häufig ist der Eierstock ein hohles, drüsenähnliches Organ, das sich in einen schlauchförmigen Eileiter fortsetzt; die reifen Eier lösen sich los, fallen in die Höhlung des Eierstocks und gelan-

Fig. 46. Schemata von zwei verschiedenen Formen weiblicher Geschlechtsorgane. In *A* ist der Eierstock hohl, die Eier entstehen durch Umbildung des Epithels des hohlen Eierstocks, der sich in den Eileiter fortsetzt. In *B* ist der Eierstock solid, die Eier treten durch Bersten des Eierstocks in die Leibeshöhle hinaus; der Eileiter ist an beiden Enden offen, fängt mittels eines offenen Trichters die Eier auf. *g* Drüse, *l* Eileiter, *o* dessen äußere Oeffnung, *ov* Eierstock, *r* Samentasche, *u* Uterus.

gen durch den Eileiter nach außen. In anderen Fällen ist der Eierstock ein kompaktes Organ, das an die Wand der Leibeshöhle geheftet ist; die Eier fallen in die Leibeshöhle und werden durch einen besonderen Eileiter ausgeführt, eine an beiden Enden offene Röhre, die mit einer Oeffnung in die Leibeshöhle, mit einer anderen direkt oder indirekt an der Oberfläche mündet. In den Eileiter münden oft Drüsen, die besonders die verschiedenen weichen oder festen Teile (Eiweiß, Schale) absondern, mit denen das Ei oft umgeben wird, ehe es den mütterlichen Körper verläßt. Vielfach sind auch sackförmige Ausstülpungen am Eileiter vorhanden, in denen die bei der Begattung aufgenommenen Samenkörperchen aufgehoben werden (Samentasche, Receptaculum seminis); nicht selten ist ferner ein Abschnitt des Eileiters zu einem Uterus (Gebärmutter) erweitert, in welchem die Eier längere oder kürzere Zeit verweilen und öfters einen größeren oder kleineren Teil ihrer Entwicklung durchlaufen.

Die Samenkörperchen, der Same, werden in den Hoden gebildet, die Samenzellen von verschiedener Ausbildungsstufe enthalten. Der Hode hat noch häufiger als der Eierstock einen drüsenähnlichen Bau; der Same wird gewöhnlich durch einen Samenleiter ausgeführt, der mit dem Hoden in unmittelbarer Verbindung steht. An der äußeren Oeffnung des Samenleiters finden sich häufig Werkzeuge (Begattungsorgane, Penis), die geeignet sind, den Samen in die Geschlechtsorgane des Weibchens überzuführen. Zuweilen ist die Samenmasse, die das Männchen an das Weibchen abgibt, von einer Hülle umschlossen, die von dem erhärteten Secret gewisser in den Samenleiter mündender Drüsen gebildet ist; eine solche Samenmasse nennt man eine Spermatophore (z. B. Tintenfische).

Die meisten Tierarten sind getrenntgeschlechtlich, d. h. es erzeugen einige Individuen allein Eier: Weibchen (♀), andere allein Samen: Männchen (♂). Es gibt jedoch manche Tiere (z. B. zahlreiche Schnecken usw.), bei denen dasselbe Individuum beides produziert: Zwitter, Hermaphroditen. Entweder ist dann in demselben Tiere ein besonderer Eierstock (oder mehrere) und ein besonderer Hode vorhanden, oder sowohl Eier wie Same werden in einer gemeinsamen Zwitterdrüse (Zwittergonade) gebildet.

Bei manchen Hermaphroditen werden zu gleicher Zeit reife Eier und Samenkörperchen erzeugt. Bei anderen werden aber entweder zuerst Eier, später Samenkörperchen gebildet, so daß die betreffenden Tiere zuerst als Weibchen, später als Männchen fungieren (protogyne Hermaphroditen, z. B. die Salpen), oder sie erzeugen zuerst Samen, später Eier (protandrische Hermaphroditen, z. B. gewisse Nematoden).

Sekundäre Geschlechtscharaktere. Außer denjenigen Unterschieden zwischen Männchen und Weibchen, die durch die verschiedenartige Beschaffenheit der Geschlechtsorgane selbst gegeben sind (primäre Geschlechtscharaktere), finden sich häufig noch andere. Oefters sind die Männchen mit besonderen Werkzeugen oder besonders entwickelten Körperteilen ausgestattet, die dazu geeignet sind, das Weibchen während der Begattung festzuhalten (Schwimmkäfer); oder sie besitzen besondere Waffen, um andere begattungslustige Männchen zu bekämpfen (Hirsche); oder die Männchen besitzen einen besonderen Schmuck in Gestalt schöner Farben, eigentümlicher Auswüchse usw. (viele Vögel). Andererseits können die Weibchen mit Werkzeugen versehen sein, die für die Aufziehung der Jungen von Bedeutung sind (Milchdrüsen der Säugetiere), während

die Männchen seltener mit solchen ausgestattet sind (Seenadeln). Oefters ist ein merklicher oder gar bedeutender Unterschied in der Größe beider Geschlechter vorhanden; zuweilen übertrifft das Männchen das Weibchen an Größe (viele Säugetiere, Vögel und Insecten), in anderen Fällen (Raubvögel, Nematoden usw.) ist das Weibchen das größere; in letzterem Falle ist der Unterschied zuweilen außerordentlich groß, so bei vielen Schmarotzerkrebsen, deren Männchen nur einen geringen Bruchteil der Größe der Weibchen erreichen, oder bei einem Ringelwurm (Bonellia), dessen Männchen mikroskopisch klein sind und ganz anders aussehen als die ansehnlichen Weibchen, in deren Eileiter sie sich aufhalten.

Die **Befruchtung**, die Vereinigung des Eies und des Samenkörperchens, findet stets in der Weise statt, das letzteres in das Ei eintritt. Es besteht offenbar zwischen Ei und Samenkörperchen eine eigentümliche gegenseitige Anziehung; nicht allein das Ei zieht das

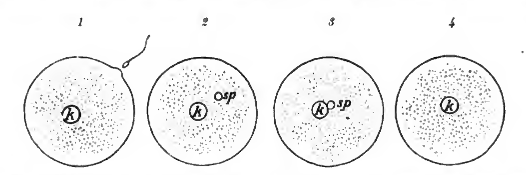


Fig. 47. Befruchtung, Schema. *k* Eikern (in *4* Furchungskern), *sp* Spermakern. In *4* sind beide vereinigt. Vergl. den Text.

Samenkörperchen an, sondern wenn letzteres in der Nähe des Eies ist, erhebt sich das Eiprotoplasma zuweilen hügelartig: d. h. das Samenkörperchen zieht das Protoplasma des Eies an. Wenn das Samenkörperchen sehr beweglich ist, macht die Verbindung von Ei und Samenkörperchen den Eindruck, als bohre sich letzteres in das Ei ein (Fig. 47); ist das Samenkörperchen dagegen unbeweglich, so kann das Ei eine mehr aktive Rolle übernehmen: das Ei sendet z. B. bei den zu den Tausendfüßlern gehörenden Diplopoden ein Pseudopodium durch die Micropyle aus und zieht damit ein Samenkörperchen hinein[1]). Nachdem das Samenkörperchen in das Ei eingetreten ist, löst sich sein Schwanz oder Protoplasma — wenn es solches besitzt — im Eiprotoplasma auf, und sein Kopf (Kern), der jetzt als Spermakern bezeichnet wird, wird bläschenförmig wie der Eikern. Spermakern und Eikern nähern sich allmählich, legen sich aneinander und vereinigen sich schließlich zum „Furchungskern“[2]). Während Ei und Samenkörperchen vor der Befruchtung sich in einem wesentlichen Punkt als eine halbe Zelle verhalten, indem ihre Kerne nur aus der halben Chromosomen-

1) Die in Fig. 44, 9 abgebildeten Decapoden-Samenkörperchen kleben mit ihren langen Fortsätzen, die schwach beweglich sind, der Oberfläche des Eies an, und durch eine Explosion des aufquellbaren oberen Abschnittes des Samenkörperchens bekommt der dem Ei anliegende Spermatozoen-Kopf einen starken Stoß und dringt in das Ei hinein.

2) Ausnahmsweise legen sich Sperma- und Eikern aneinander, ohne eigentlich zu verschmelzen, was aber dieselbe Wirkung hat. Bei der ersten „Furchung“ (vergl. Abschnitt IV) geht dann auf jede Zelle die Hälfte des Eikerns und des Spermakerns über.

zahl gebildet sind, wird durch die Befruchtung dieses ausgeglichen: der Furchungskern enthält die volle Anzahl Chromosomen. Die Vereinigung der verschiedenen Kernmassen, der des Samenkörperchens und der des Eies, ist offenbar das Wesentliche der Befruchtung. Wenn dieselbe stattgefunden hat, hat das Ei das Vermögen erworben, sich zu einem neuen Organismus zu entwickeln. (Hierüber s. Abschnitt IV, Entwicklungsgeschichte).

Das Ei wird stets nur von einem Samenkörperchen befruchtet, und in der Regel dringt auch nur ein einziges Samenkörperchen in das Ei ein, wenn letzteres auch von Tausenden umschwärmt ist. Dies beruht darauf, daß, wenn ein Samenkörperchen eingedrungen ist, das Ei gewisse Veränderungen erfährt, die das Eindringen weiterer Spermatozoen verhindern: das Ei der Echinodermen z. B. sondert an seiner Oberfläche ein Häutchen ab, das die übrigen Samenkörperchen fernhält. In einigen Fällen dringen jedoch mehrere Spermatozoen in das Eiprotoplasma ein, z. B. bei den Haien (Polyspermie); aber nur ein einziges derselben vereinigt sich mit dem Eikern, die übrigen gehen schließlich zugrunde.

Die Befruchtung findet in vielen Fällen, so bei den meisten Fischen, bei den Fröschen usw., außerhalb des Körpers der betreffenden Individuen, im Wasser, statt: das Weibchen gibt die reifen Eier, das Männchen gleichzeitig oder kurz nachher den Samen ab; beiderlei Geschlechtsstoffe werden gemischt, und die Samenkörperchen haben Gelegenheit, in die Eier einzudringen. In anderen Fällen findet die Befruchtung im Eileiter des Weibchens statt, in den der Same meistens durch die Begattungswerkzeuge des Männchens übergeführt wird (die Begattung).

Begattung und Befruchtung brauchen keineswegs unmittelbar aufeinander zu folgen; bei manchen Tieren kann der Same längere Zeit im Weibchen aufgehoben werden, ohne sein Befruchtungsvermögen zu verlieren (beim Huhn 2—3 Wochen, bei Fledermäusen mehrere Monate, bei der Bienenkönigin 3, bei Ameisen etwa 10 Jahre). Häufig sind die Eier noch bei weitem nicht reif, wenn die Begattung stattfindet (z. B. beim Maikäfer).

Was die Zwitter betrifft, so ist es sehr selten, daß eine Selbstbefruchtung stattfindet, d. h. daß ein Ei und ein Samenkörperchen, die in demselben Individuum gebildet sind, sich miteinander vereinigen; fast immer begatten sich zwei Hermaphroditen miteinander. Bei der Begattung gibt dann entweder nur das eine Individuum an das andere Samen ab, oder jedes gibt dem anderen seinen Samen.

Bastardierung. Ein Ei wird unter gewöhnlichen Umständen in der Regel nur von einem Samenkörperchen befruchtet werden, das in einem Tiere derselben Art gebildet ist. In den meisten Fällen ist jedoch die Befruchtung des Eies einer Tierart mit Samen einer nahe stehenden Art möglich; ja selbst unter zwei einander fernstehenden Arten kann eine Befruchtung zuweilen stattfinden. In der neueren Zeit hat man sogar durch Versuche nachgewiesen, daß Froscheier durch Samen von Wassersalamandern, Eier der Scholle durch Samen des Dorsches und Eier von regulären Seeigeln durch Samen irregulärer Seeigel, ja sogar (in alkalischem Seewasser) durch Samen von Seelilien (Antedon) oder Seesternen befruchtet werden können; die Entwicklung des Eies ist aber in solchen Fällen gewöhnlich unregelmäßig und hört bald auf[1]. Wenn eine Vereinigung von Eiern und

1) In einigen der angeblichen Fälle von Bastardierung dürfte es sich übrigens wahrscheinlich um eine „künstliche Parthenogenesis“ (vergl. S. 53) handeln: das

Samen einander näherstehender Formen erfolgt, setzt sich die Entwicklung dagegen weiter fort, so daß mehr oder weniger lebensfähige Individuen erzeugt werden können. Solche Mischlinge, die als Bastarde bezeichnet werden, sind aber sehr häufig mehr oder weniger unvollkommen ausgebildet: Bastarde von Fasan und Haushuhn sind z. B. im ganzen schwächlich und sterben als Junge oder schon im Fötalzustande; und sehr allgemein sind die Bastarde, selbst von naheverwandten Arten, steril, d. h. sie sind außerstande, reife Eier oder Samenkörperchen zu erzeugen, während sie im übrigen sehr wohlentwickelte, kräftige Tiere sein können (das gilt z. B. von den Bastarden von Pferd und Esel). Es gibt aber auch Bastarde, die ganz ebenso wohlentwickelt wie die Stammarten und auch vollkommen fruchtbar sind; das gilt z. B. für die Bastarde gewisser Rinderarten, gewisser Hirscharten, verschiedener Fasanenarten, die Bastarde von der europäischen und chinesischen Gans u. a.

Bei den Bastardierungsversuchen begegnet man allerlei Eigentümlichkeiten. Es gibt z. B. gewisse nahestehende Arten, deren Eier und Samen sich nicht vereinigen können. Merkwürdig ist es auch, daß es Arten gibt, welche das Verhältnis aufweisen, daß die Eier der einen, *a*, zwar durch Samen der anderen, *b*, befruchtet werden können, nicht aber umgekehrt Eier von *b* durch Samen von *a* (Eier des Dorsches können z. B. nicht durch den Samen der Scholle befruchtet werden).

In der freien Natur kommen Bastarde nur relativ selten vor. An der Grenze der Verbreitungsgebiete zweier Arten (vergl. Abschn. VII) trifft man jedoch zuweilen Bastarde, und innerhalb einzelner Tiergruppen erscheinen solche sogar ziemlich häufig (Lachsfische des Süßwassers). Die Vermischung der Arten wird unter anderem dadurch verhindert, daß die Individuen verschiedener Arten, wenigstens unter natürlichen Verhältnissen, meistens abgeneigt sind, sich miteinander zu begatten.

Ebenso wie es eine ungünstige Wirkung auf die Nachkommenschaft hat, wenn Eier und Samen zwei Tieren entstammen, die einander zu fern stehen, so ist es auch ungünstig, wenn die beiden Individuen, in denen die Eier und der Same gebildet worden sind, einander sehr nahe verwandt sind. Werden z. B. Geschwister oder andere nahe verwandte Individuen zusammen gepaart („Inzucht") und dies durch mehrere Generationen hindurch fortgesetzt, so zeigt sich oftmals allmählich in verschiedener Weise eine merkliche Schwächung der Nachkommenschaft.

Parthenogenesis. Die Entwicklung des Eies zu einem neuen Individuum ist, wie oben erwähnt, im allgemeinen davon abhängig, daß es befruchtet wird. Für nicht wenige Tierformen hat man jedoch die Erfahrung gemacht, daß das Ei auch imstande ist, sich ohne Befruchtung zu entwickeln. Man bezeichnet diese eigentümliche Modifikation der geschlechtlichen Fortpflanzung, die besonders bei Insecten, Crustaceen, Rädertieren und Plattwürmern verbreitet ist, als Parthenogenesis. Bei einigen Tierarten kommt eine Parthenogenese mehr als Ausnahme vor: unbefruchtete Eier gehen bei ihnen gewöhnlich zugrunde, nur ausnahmsweise findet eine Entwicklung statt (gewisse Schmetterlinge). In anderen Fällen

fremde Samenkörperchen verbindet sich wahrscheinlich gar nicht mit dem Eikern, sondern es dreht sich um eine chemische Einwirkung auf das Ei.

ist es dagegen eine ganz regelmäßige Erscheinung; bei manchen Arten gibt es z. B. ganze Generationen, die ausschließlich aus Weibchen bestehen, deren Eier also alle einer Befruchtung entbehren müssen, sich aber trotzdem entwickeln (Blattläuse usw.); bei anderen Tierformen sind die Männchen überhaupt sehr selten oder scheinen sogar ganz zu fehlen. Bei der Biene und anderen Hymenopteren entwickeln sich merkwürdigerweise alle befruchteten Eier zu Weibchen, während die Eier, die unbefruchtet bleiben, zu Männchen werden. (Vergl. im übrigen den Spez. Teil bei Trematoden, Rädertieren, Nematoden, Phyllopoden, Daphnien und Insecten).

Eier, die sozusagen im voraus bestimmt sind, nicht befruchtet zu werden, z. B. Generationen entstammen, die nur aus Weibchen bestehen, können die Merkwürdigkeit darbieten, daß sie nur eine Polzelle abschnüren (Subitaneier der Daphnien, Eier von Artemia); die Reduktion der Chromosomenzahl bleibt somit hier aus, das Ei hat trotz der fehlenden Befruchtung die normale Chromosomenzahl (vergl. S. 47—48). Handelt es sich dagegen um Eier, die bald befruchtet, bald nicht befruchtet werden, so schnüren sich wie gewöhnlich zwei Polzellen ab. Für einige Eier, die in der Regel befruchtet werden, aber auch ohne Befruchtung sich entwickeln können, hat man jedoch beobachtet, daß der für die zweite Polzelle bestimmte Kern sich zwar immer bildet, sich aber, wenn eine Befruchtung unterbleibt, wieder mit dem Eikern vereinigt und so die Rolle des fehlenden Spermakerns spielt. In anderen Fällen findet aber solches nicht statt, die Reduktion der Chromosomenzahl bleibt bestehen, und die Zellen des aus dem Ei entstehenden Individuums besitzen nur die Hälfte der normalen Chromosomenzahl der betreffenden Art. Das ist z. B. bei den Drohnen der Bienen der Fall, bei denen sämtliche Zellen des Körpers, auch die Spermogonien, die halbierte Chromosomenzahl haben. Aber bei der Spermidenbildung wird dies ausgeglichen: das Spermogonium teilt sich nur einmal, die letzte Teilung (die Reduktionsteilung) bleibt aus, so daß die Spermiden dieselbe Chromosomenzahl besitzen wie die anderen Zellen im Drohnenkörper, also ebenso wie andere Spermiden die Hälfte der Chromosomenzahl der betreffenden Art.

Von großem Interesse ist es, daß Eier, welche sich für gewöhnlich nicht ohne Befruchtung entwickeln, durch äußere Einwirkungen zu einer parthenogenetischen Entwicklung veranlaßt werden können. Wenn man unbefruchtete Eier gewisser Seeigel, Borstenwürmer, Schnecken und Muscheltiere in Meerwasser bringt, zu dem z. B. $MgCl_2$, $CaCl_2$ oder Rohrzucker gesetzt ist[1]), sie einige Zeit darin verweilen läßt und nachher wieder in gewöhnliches Seewasser legt, so kommt es zu einer Entwicklung derselben. Aehnlich entwickeln sich unbefruchtete Eier von Süßwasserfischen und vom Frosch nach Zusatz von 1 % Salz oder 10 % Zucker zu dem Wasser, worin sie lagen. Eine Entwicklung trat auch ein, wenn unbefruchtete Seesterneier mit stark kohlensäurehaltigem Seewasser behandelt wurden. Durch Eintauchen von unbefruchteten Eiern des Seidenspinners in Wasser von 45° gelang es, etwa zwei Drittel derselben zur Entwicklung zu bringen; unbefruchtete Eier desselben wurden auch durch mechanische Reibung zur Entwicklung veranlaßt, während für gewöhnlich die Eier des Seidenspinners sich ohne Befruchtung nicht entwickeln[2]).

1) Hierdurch wird der osmotische Druck des Seewassers erhöht.
2) In einigen dieser Fälle von „künstlicher Parthenogenesis“ ist der

Heterogonie. Bei manchen Tieren findet sich ein regelmäßiger Wechsel von Generationen, die ausschließlich aus Weibchen bestehen und sich parthenogenetisch fortpflanzen, mit anderen, die aus Männchen und Weibchen bestehen und befruchtete Eier erzeugen; zwischen den parthenogenetischen und den zweigeschlechtlichen Generationen besteht dabei meistens ein größerer oder geringerer Unterschied. In einfacher übersichtlicher Form finden wir einen solchen Wechsel bei gewissen Arten von Gallwespen (Fig. 48), welche auf der

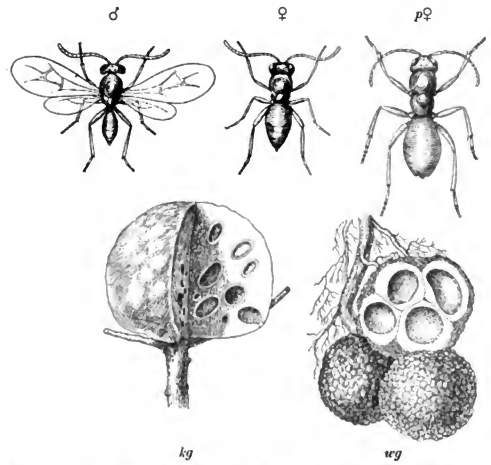


Fig. 48. ♂ u. ♀: Gallwespe (*Cynips terminalis*), Männchen und Weibchen, die sich in den Eichenknospengallen *kg* entwickeln. *p*♀: parthenogenetisches Weibchen, das der Wurzelgalle *wg* entstammt, auf die Eiche hinauf wandert und eine Knospe mit Eiern belegt, die zu der Galle *kg* wird. Die aus letzterer kommenden Weibchen, ♀, wandern auf die Wurzeln hinab, legen auf diese Eier und veranlassen die Bildung der Galle *wg*. — Nach W. Marshall.

Eiche Gallen erzeugen: eine weibliche Generation wechselt hier regelmäßig mit einer aus Männchen und Weibchen bestehenden Generation ab. Etwas komplizierter gestaltet sich die Fortpflanzung bei den Blattläusen; bei diesen erscheinen den Sommer hindurch mehrere weibliche Generationen nacheinander, von denen die letzte eine zweigeschlechtliche Generation erzeugt, deren befruchtete Eier überwintern und zu der ersten parthenogenetischen Generation des folgenden Jahres werden; zu jeder zweigeschlechtlichen gehören also bei diesen mehrere weibliche Generationen. Bei der Reblaus kommt noch die Komplikation

junge Organismus weniger lebenskräftig als normalerweise, und die Entwicklung hört bald auf; in anderen Fällen ist der Organismus dagegen sehr lebenskräftig.

hinzu, daß nicht nur die zweigeschlechtliche Generation von den weiblichen sehr verschieden, sondern unter letzteren eine von den übrigen bedeutend abweichend ist. — Außer bei den Insecten tritt ein solcher Wechsel weiblicher und zweigeschlechtlicher (oder hermaphroditischer) Generationen noch bei verschiedenen Crustaceen und Plattwürmern auf.

Bei denjenigen Tieren, die sich nur durch befruchtete Eier fortpflanzen, sind die aufeinanderfolgenden Generationen meistens gleich. Nur ausnahmsweise findet sich bei solchen infolge besonderer Lebensbedingungen ein regelmäßiger Wechsel von Generationen verschiedenen Aussehens. Bei gewissen Schmetterlingen (Fig. 49) z. B. findet man

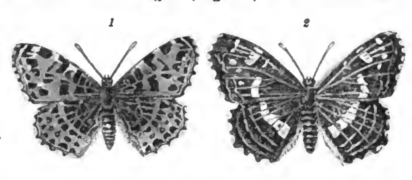


Fig. 49. Einheimischer Schmetterling (*Vanessa levana*), der in einer Winterform (*1*) und einer Sommerform (*2*) auftritt.

alljährlich zwei Generationen, beide aus Männchen und Weibchen bestehend, von denen eine, die Wintergeneration, im Frühling als vollkommene Insecten erscheint (sie hat im Puppenzustande überwintert) und sich in Farbenzeichnung merklich von der anderen Generation, der Sommergeneration [1]), unterscheidet, die sich aus den Eiern der ersteren im Laufe des Sommers entwickelt (Saisondimorphismus). In den Tropen können ähnlich Regenzeit- und Trockenzeit-Generationen von verschiedener Farbe auftreten [2]). — In der Lunge der Frösche und Kröten lebt ein hermaphroditischer Nematode (*Rhabdonema nigrovenosum*), dessen Junge sich zu einer Generation entwickeln, welche freilebend und getrennten Geschlechts ist und wesentlich anders aussieht als die hermaphroditische Generation; die Jungen der freilebenden Generation wandern wieder in Amphibien ein und werden hermaphroditische Würmer wie ihre Großeltern. Auch einige andere Nematoden zeigen dasselbe Verhältnis: einen Wechsel einer hermaphroditischen Generation, die ein Schmarotzerleben führt, und einer getrennt-geschlechtlichen freilebenden Generation.

Alle regelmäßigen Wechselfolgen verschiedener geschlechtlicher Generationen — sei es nun, daß dieselben nur ein verschiedenes Aussehen darbieten oder sich zugleich in verschiedenartiger Weise fortpflanzen — bezeichnet man mit dem Namen Heterogonie. Hierzu gehören also sowohl Wechselfolgen parthenogenetischer

1) Statt einer Sommergeneration können deren zwei vorhanden sein (also im ganzen jährlich drei Generationen).

2) Mit dem Saisondimorphismus verwandt sind die sog. Temporalvariationen, die bei manchen „pelagischen" (d. h. schwimmenden oder schwebenden) Süßwassertieren auftreten. Die betreffenden Tiere, welche jährlich in mehreren Generationen erscheinen, sind während der wärmeren Jahreszeit, wenn das Wasser wärmer ist und leichter Fremdkörper herabsinken läßt, anders geformt als während der kälteren: diejenigen Teile des Tieres, die wesentlich dazu beitragen, daß es langsamer sinkt, sind bei den Sommergenerationen am besten entwickelt (bei manchen Rädertieren sind z.B. die langen Stacheln des Körpers am stärksten im Sommer entwickelt; ähnlich auch bei gewissen Daphnien usw.).

und zweigeschlechtlicher Generationen als auch der Saisondimorphismus usw.

Geschlechtsbestimmung. Bezüglich der Frage, wodurch das Geschlecht der Nachkommen bestimmt wird, hat man in den letzten Jahren folgendes feststellen können. Bei verschiedenen Insecten, Nematoden usw. enthält das Proovum zwei von den übrigen abweichende Chromosomen, sog. Heterochromosomen, so daß jedes reife Ei ein Heterochromosom enthält (vergl. S. 47—48). Die Prospermiden enthalten dagegen nur je ein

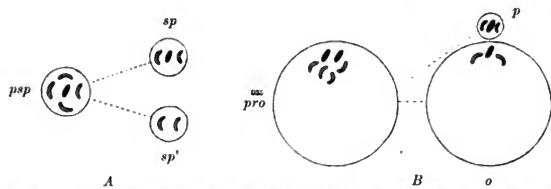


Fig. 50. *A*: *psp* Prospermide mit einem Heterochromosom (schwarz) und vier anderen Chromosomen. *sp* und *sp'* die beiden durch Teilung derselben entstandenen Spermiden, das eine (*sp*) mit, das andere (*sp'*) ohne Heterochromosom. — *B*: *pro* Proovum derselben Tierart mit zwei Heterochromosomen. *p* zweite Polzelle und *o* Ei, durch Teilung von *pro* enstanden, beide mit je einem Heterochromosom (schwarz). — Schemata.

Heterochromosom, und indem bei der letzten Teilung die Chromosomen sich auf die beiden Spermiden verteilen, erhält nur das eine derselben ein Heterochromosom, so daß also nur die Hälfte der Samenkörperchen ein Heterochromosom enthält, die anderen nicht; wir nennen die mit Heterochromosom ausgestatteten Samenkörperchen Sp^1, die anderen Sp^0. Ein Ei, das mit einem Sp^1 befruchtet wird, enthält nachher zwei Heterochromosomen und wird zu einem Weibchen; ein Ei dagegen, das mit einem Sp^0 befruchtet wird, enthält nur ein Heterochromosom und wird zu einem Männchen. Auch in den Körperzellen der Weibchen und Männchen hat man denselben Unterschied zwischen dem Chromosomen-Bestand wie in den Prospermiden und Proova nachweisen können. — In anderen

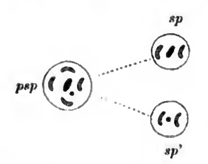


Fig. 51. *psp* Prospermide mit einem größeren und einem kleineren Heterochromosom (beide schwarz). *sp* mit größerem, *sp'* mit kleinerem Heterochromosom, aus *psp* entstanden.

Fällen sind in den Prospermiden zwei Heterochromosomen, aber von ungleicher Größe vorhanden, in der Hälfte der Samenkörperchen demnach ein größeres, in der anderen Hälfte ein kleineres Heterochromosom; aus den von letzteren befruchteten Eiern entstehen Männchen, aus den anderen Weibchen. — Wieder in anderen Fällen (Fig. 52) sind in den Prospermiden zwei gleiche Heterochromosomen vorhanden, und sie werden auf die beiden Spermiden verteilt, so daß sämtliche Spermatozoen gleich sind; dagegen ist das Proovum mit zwei verschiedenen Heterochromosomen

ausgestattet, von denen bald das eine, bald das andere in die Polzelle übergeht, resp. in dem Ei bleibt, so daß zwei verschiedene Sorten Eier

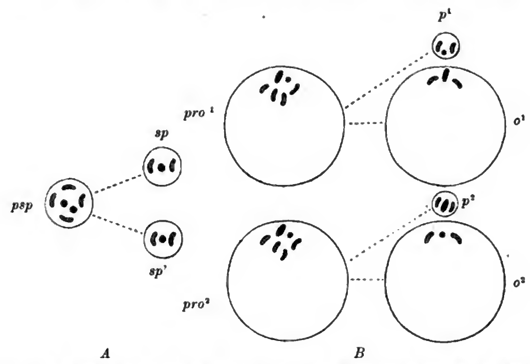


Fig. 52. *A*: *psp* Prospermide mit zwei gleichen Heterochromosomen, so daß jede der beiden Spermiden, *sp* und *sp'*, je ihr Heterochromosom erhält, das dem der anderen gleich ist. — *B*: *pro*¹ und *pro*² zwei Proova desselben Tieres, jedes mit zwei ungleichen Heterochromosomen, die bei der Teilung von *pro*¹ derart sich verteilen, daß das Ei *o*¹ das größere, die Polzelle *p*¹ das kleinere Heterochromosom erhält, während es bei der Teilung von *pro*² umgekehrt ist.

entstehen, einige mit einem Heterochromosom der einen, andere mit einem der anderen Sorte; die Geschlechtsbestimmung liegt somit hier im Ei, während sie in den anderen Fällen von dem Samenkörperchen abhängig war.

Die genannten Verhältnisse in den Samenkörperchen oder den Eiern sind bei zahlreichen Insecten nachgewiesen, weiter bei gewissen Spinnen, Crustaceen, Seeigeln, Schnecken, Vögeln und Säugetieren; das Studium dieser Verhältnisse befindet sich jedoch erst in seinen Anfängen.

B. Ungeschlechtliche Fortpflanzung.

Die im vorhergehenden behandelte geschlechtliche Forpflanzung ist die gewöhnliche Fortpflanzungsform, die überall unter den Metazoen gefunden wird. Neben derselben tritt aber eine andere, die **ungeschlechtliche Fortpflanzung**, auf, die dadurch ausgezeichnet ist, daß der neue Organismus sich nicht aus einer einzelnen Zelle, sondern aus einem größeren oder kleineren, stets aber aus zahlreichen Zellen bestehenden Stück des ursprünglichen Individuums entwickelt. Innerhalb der ungeschlechtlichen Fortpflanzung, die weit verbreitet im Tierreich, aber bei weitem nicht bei allen Tieren auftritt, unterscheidet man wieder zwischen Teilung und Knospung, die jedoch nicht scharf getrennt sind.

Bei der **Teilung** findet eine Spaltung des Individuums in zwei oder mehrere Stücke statt, die sich zu je einem selbständigen Individuum

entwickeln. In ihrer einfachsten Form begegnet man der Teilung bei gewissen See- und Schlangensternen (vergl. die Figuren bei den Echinodermen), bei denen sie in der Weise stattfindet, daß die Körperscheibe mitten durchgesprengt wird; an jedem halben Individuum wachsen nachher von der Wundfläche neue Teile aus, die das Individuum all-

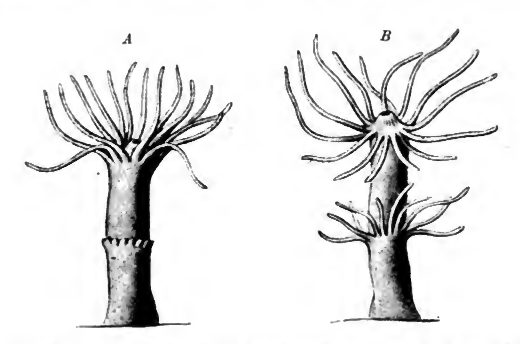


Fig. 53. Actinien, welche sich zur Teilung vorbereiten. In *A* hat sich quer um die Mitte des Tiere die erste Anlage eines Kranzes von Tentakeln gebildet, die in *B* sich weiter entwickelt haben. Oberhalb dieses Kranzes findet später die Trennung statt. — Nach Blochmann-Hilger.

mählich ergänzen. Bei anderen Seesternen kann eine Teilung in der Weise stattfinden, daß ein oder mehrere Arme sich losreißen und jeder zu einem neuen Individuum auswächst. Bei den meisten Tieren findet die Teilung jedoch in weniger gewaltsamer Weise statt; gewisse Borstenwürmer (vergl. die später bei dieser Abteilung gegebene Figur) teilen sich z. B. in der Weise, daß an einer Stelle des Tieres sich Augen und was sonst zu einem Kopfe dieser Tiere gehört, bilden, und nachher findet eine Einschnürung vor dieser Stelle statt, die schließlich das Tier in zwei teilt, von denen das eine den ursprünglichen, das andere den neugebildeten Kopf besitzt. Aehnlich kann sich bei gewissen Actinien (Fig. 53) mitten am zylindrischen Körper ein Tentakelkranz bilden, und nachher schnürt sich das Tier oberhalb desselben ein und zerfällt in zwei. Die zwei und mehr Teile, in die das ursprüngliche Individuum geteilt wird, sind entweder von gleicher Größe oder mehr oder weniger ungleich.

Manchmal findet eine ungeschlechtliche Fortpflanzung in der Weise statt, daß z. B. seitlich am Tier eine kleine Warze hervorwächst, die sich allmählich zu einem neuen Individuum ausgestaltet; schließlich schnürt sich dieses ab und wird selbständig. So z. B. beim Süßwasserpolypen (Fig. 54). Durch einen Vergleich mit der Knospenbildung der Pflanzen ist man in naheliegender Weise darauf gekommen, dieses Verhalten als **Knospung** zu bezeichnen. Den Begriff Knospung hat man

dann derart erweitert, daß sie alle Fälle ungeschlechtlicher Vermehrung umfaßt, in denen ein kleiner Teil des ursprünglichen Individuums zu einem neuen heranwächst. Bei manchen Borstenwürmern bilden sich z. B. neue Individuen dadurch, daß das allerhinterste Ende auswächst, sich gliedert etc. und schließlich als selbständiges Individuum ablöst. Dieses hat man Knospung aus dem Hinterende genannt, könnte es aber an und für sich ebenso gut als eine Form von Teilung bezeichnen. In der Tat besteht zwischen Knospung und Teilung kein tieferer Unterschied. — Ueber eigentümliche Formen ungeschlechtlicher Fortpflanzung siehe Spongien und Bryozoen.

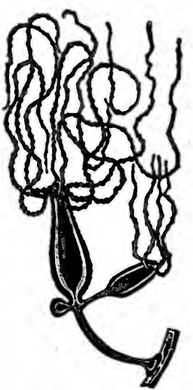


Fig. 54. Knospung von Hydra; links eine junge Knospe, rechts eine größere, bereits mit Tentakeln.

Oefters sondert sich das durch Teilung oder Knospung erzeugte neue Individuum nicht vollständig von dem anderen, sondern bewahrt für längere Zeit oder für immer einen mehr oder weniger innigen Zusammenhang mit ihm; indem die Knospung oder Teilung sich wiederholt, entsteht ein größerer oder kleinerer Komplex von Tieren, die sämtlich miteinander in Verbindung stehen und durch ungeschlechtliche Fortpflanzung aus einem ursprünglichen Individuum entstanden sind: ein Tierstock. Die den Stock zusammensetzenden Individuen haben in größerem oder geringerem Grade ihre Selbständigkeit eingebüßt, je nach der mehr oder weniger engen Verbindung mit den übrigen Individuen des Stockes; vergl. den Spez. Teil. Stockbildungen finden sich besonders bei Korallen, Hydroiden, Bandwürmern, Bryozoen und Tunicaten.

Generationswechsel (Metagenese). Bei einigen Tierformen kann dasselbe Individuum sich sowohl ungeschlechtlich als geschlechtlich fortpflanzen; bei manchen Korallentieren z. B. kann dasselbe Individuum sowohl neue Individuen durch Knospung als auch Eier oder Samen erzeugen, und dasselbe ist auch bei gewissen Borstenwürmern und Tunicaten der Fall. In anderen Fallen aber produzieren diejenigen Individuen, die Knospen erzeugen, nicht zugleich Eier oder Samen, die ungeschlechtliche Fortpflanzung ist an gewisse Individuen der Art, die geschlechtliche an andere geknüpft, und wir haben in solchen Fällen einen mehr oder weniger regelmäßigen Wechsel ungeschlechtlicher und geschlechtlicher Bruten oder Generationen: ungeschlechtliche Individuen erzeugen durch Knospung oder Teilung geschlechtliche Individuen, deren befruchtete Eier wieder zu ungeschlechtlichen Individuen werden usw.; oder aber es folgen nacheinander zwei oder mehrere Generationen ungeschlechtlicher Individuen, dann kommt eine geschlechtliche Generation, dann wieder mehrere ungeschlechtliche Generationen usw. Man bezeichnet einen solchen regelmäßigen Wechsel geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Bruten als Generationswechsel (Metagenesis). Die Generationen können in einigen Fällen einander ähnlich sein, im allgemeinen sind die geschlechtlichen aber von den ungeschlechtlichen, oft sogar in hohem Grade, verschieden (Hydroiden, Bandwürmer).

11. Die Verbindung der Organe untereinander; die Leibeshöhle.

Die obenerwähnten Organe bilden zusammen den Körper der Metazoen und werden gewöhnlich durch Bindegewebe zusammengehalten, das bei einigen auch die Zwischenräume zwischen den Organen ausfüllt, so daß das ganze Tier eine kompakte Masse bildet (so bei den Plattwürmern). Bei den meisten Tieren sind die Organe jedoch nicht derartig zu einer zusammenhängenden Masse verbunden, sondern es findet sich im Körper ein größerer Raum, die Leibeshöhle (Cölom), in der ein Teil der Organe, namentlich der Darmkanal, die Harn- und Geschlechtswerkzeuge etc. gelagert sind, indem sie meistens durch bindegewebige Fäden oder dünne bindegewebige Platten (Gekröse) an den Wänden befestigt sind. Die Leibeshöhle kann öfters durch Scheidewände in mehrere Abschnite geschieden sein: bei den Säugetieren z. B. durch das Zwerchfell in Brust- und Bauchhöhle, bei den Borstenwürmern sogar durch Querscheidewände in zahlreiche Abschnitte. Die Leibeshöhle wird meistens mehr oder weniger vollständig von den in ihr angebrachten Organen, „den Eingeweiden", ausgefüllt; den noch übrigen Raum nimmt eine Flüssigkeit ein, die zuweilen einfach Blut ist, indem die Gefäße manchmal in offener Verbindung mit der Leibeshöhle stehen. Außer der Leibeshöhle kommen bei manchen Tieren noch an verschiedenen Stellen des Körpers Hohlräume, meistens Spalten, von verschiedener Form, Größe und Bedeutung vor, welche ebenfalls mit einer Flüssigkeit gefüllt sind, die meistens als diffundierte Blutflüssigkeit aufzufassen ist. Solche Spalträume sind z. B. die Gelenkhöhlen der Wirbeltiere.

III. Grundformen und äußere Gestaltung des Körpers.

Bei einer kleineren Anzahl von Metazoen — Cölenteraten und Echinodermen — ist der Körper derartig gebaut, daß er durch gewisse Schnitte in eine Anzahl ungefähr kongruenter, radiär gestellter Stücke, Strahlen (Antimeren), geteilt werden kann; diese Tiere besitzen einen radiären oder strahligen Bauplan. Die einzelnen Organe eines solchen Tieres müssen natürlich entweder ebenfalls einen radiären Bau besitzen oder in einer Anzahl vorhanden sein, welche derjenigen der Strahlen entspricht.

Die meisten Metazoen sind dagegen nach einem bilateralen Typus gebaut: der Körper kann durch einen einzigen Schnitt in zwei ungefähr gleich große Stücke: rechte und linke Körperhälfte, geteilt werden, welche einander spiegelbildlich gleich, aber nicht kongruent sind; die Körperteile sind hier symmetrisch in bezug auf eine Mittelebene geordnet.

Einer dieser Typen beherrscht den Bau jedes Metazoons. Mit voller mathematischer Strenge sind sie natürlich niemals durchgeführt, in vielen Fällen sind sie aber in den gröberen Zügen überall im Körper des Tieres deutlich ausgeprägt. In anderen Fällen sind die Abweichungen augenfälliger; bei manchen Echinodermen z. B. kann der Körper in fünf Abschnitte geteilt werden, die zwar in vielen Punkten übereinstimmende Verhältnisse darbieten, aber weit davon

entfernt sind, kongruent zu sein. In ähnlicher Weise geht es mit vielen bilateralen Tieren; bei den Wirbeltieren sind z. B. gewöhnlich die meisten Organe symmetrisch gebaut oder angeordnet, hiervon macht aber in der Regel der größte Teil des Darmkanals des erwachsenen Tieres eine Ausnahme (beim Embryo ist auf einer frühen Entwicklungsstufe auch der Darmkanal symmetrisch). Noch weit abweichender gestalten sich die Verhältnisse bei anderen, indem der symmetrische Typus nur in gewissen Partien des Körpers deutlich ist, während er in größeren Abschnitten desselben nur schwierig erkennbar ist (Schnecken).

In gewissen Tiergruppen zerfällt der bilateral symmetrische Körper in eine Reihe von Segmenten (Metameren), aufeinander folgenden Abschnitten, die einen einander ähnlichen Bau besitzen. In ihrer einfachsten Form findet man die Segmentbildung bei manchen Ringelwürmern, deren Körper aus einer Anzahl sogenannter Glieder oder Ringel zusammengesetzt ist, welche äußerlich und innerlich, wenn man von den vordersten und hintersten Gliedern absieht, wesentlich übereinstimmend gebaut sind (jedes Glied enthält ein Paar Excretionsorgane, ein Paar Ganglien, ist mit zwei Borstenfußpaaren ausgestattet usw.). Bei anderen gegliederten Tieren, z. B. bei den Arthropoden, sind die Segmente jedoch in der Regel weniger gleichmäßig ausgebildet.

Bei den bilateralen Tieren unterscheidet man eine Rücken- und eine Bauchseite, ferner ein Vorderende und ein Hinterende. Die Bauchseite (die ventrale Seite) ist diejenige Seite des Körpers, die im Leben nach unten gekehrt ist, die Rückenseite (die dorsale Seite) die jener entgegengesetzte; oder richtiger: diejenige Seite des Körpers, die bei der Mehrzahl der zu einer größeren natürlichen Abteilung gehörigen Tiere nach unten gekehrt ist, wird bei sämtlichen Mitgliedern derselben als Bauchseite, die gegenüberliegende als Rückenseite bezeichnet. Bei den Schnecken ist z. B. im allgemeinen diejenige Seite nach unten gekehrt, die mit dem sogenannten Fuß ausgestattet ist; diese Seite des Körpers wird dann bei allen Schnecken als die Bauchseite bezeichnet, auch dann, wenn sie, wie bei gewissen pelagischen Formen, nach oben gewendet ist. — Das Vorderende ist dadurch charakterisiert, daß die Mundöffnung, gewisse Sinnesorgane und ein größerer Abschnitt des Zentralnervensystems (das Gehirn) meistens an und in ihm angebracht sind und daß es während der Bewegung gewöhnlich nach vorn gerichtet ist; der vordere Teil ist öfters von dem übrigen Körper abgesetzt oder in anderer Weise in einem gewissen Gegensatz zu demselben entwickelt und wird dann als Kopf bezeichnet. — Auch der hinterste Teil des Körpers kann eigenartig ausgebildet, z. B. besonders muskulös sein oder aber als ein dünner Anhang erscheinen, und wird dann als Schwanz bezeichnet.

Als Gliedmaßen bezeichnet man bewegliche gegliederte Körperanhänge, die im Dienste der Ortsbewegung stehen; meistens sind sie von gestreckter Form. Bei den niederen Tieren spielen derartige Teile nur eine geringe Rolle, während sie bei den Arthropoden und bei den höheren Wirbeltieren als Bewegungswerkzeuge in den Vordergrund treten. — Andere größere Körperanhänge sind die meistens als Tast- oder Greifwerkzeuge verwendeten Tentakel, Fühler usw. verschiedener Tiere. (Vergl. auch das unter „Haut“ Mitgeteilte.) — Das-

jenige Ende eines Körperanhanges, das, wenn er ausgestreckt ist, vom Körper am entferntesten ist, wird das distale, dasjenige, das dem Körper am nächsten liegt, das proximale Ende genannt.

IV. Entwicklungsgeschichte (Embryologie oder Ontogenie).

Die Entwicklungsgeschichte behandelt die Entwicklung vom Ei bis zum fertigen Organismus, d. h. die Veränderungen, die das Individuum durchläuft, bis es seine definitive Form erreicht hat. Streng genommen ist das Tier übrigens sein ganzes Leben hindurch in Umbildung begriffen, und die Entwicklungsgeschichte sollte demnach eigentlich den ganzen Lebenslauf umfassen. Praktisch beschränkt man sie aber hauptsächlich auf die erste Periode des Lebens, in der die Veränderungen weitaus augenfälliger sind als später.

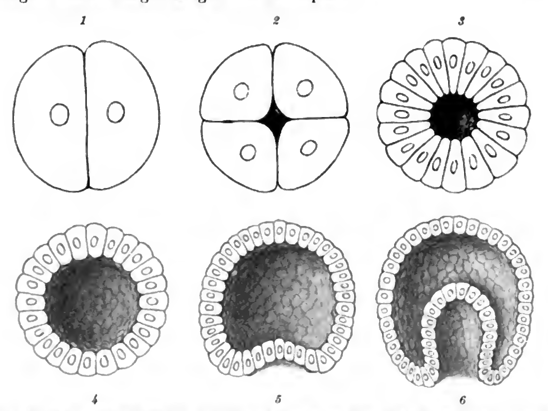


Fig. 55. Verschiedene Stufen der Entwicklung eines Eies. Das Ei ist derartig durchschnitten, daß man in das halbierte Ei hineinsieht. *1* das Ei ist in zwei Zellen geteilt. *2* junge Blastula mit kleiner Furchungshöhle. *3—4* spätere Blastulastadien mit größerer Furchungshöhle. *5* Anfang der Einstülpung. *6* Gastrula.

Ein besonderes Interesse bieten die allerersten Entwicklungsstufen dar, die bei den meisten Metazoen eine große Uebeinstimmung, einen charakteristischen gemeinsamen Typus zeigen, wenn auch mit zahlreichen Modifikationen im einzelnen.

1. In den einfachsten Fällen (Fig. 55) fängt die Entwicklung damit an, daß das ungefähr kugelige Ei sich in zwei halbkugelige Zellen teilt, jede der letzteren wieder in zwei viertelkugelige Zellen usw., so daß das Resultat der Furchung, wie dieser Teilungsprozeß genannt wird, eine

Anzahl pyramidaler Zellen ist, welche zusammen eine Kugel bilden. Diese Zellen weichen allmählich in der Mitte auseinander, so daß das Ei eine aus einer einzigen Schicht von Zellen bestehende Hohlkugel, die Blastula, bildet; der Hohlraum der Kugel, die Furchungshöhle, ist mit einer Flüssigkei oder Gallerte, erfüllt. Wenn die Entwicklung diese Stufe erreicht hat, findet eine Einstülpung der einen Kugelhälfte in die andere statt; die Kugel wird zu einem Napf oder Sack mit einer doppelten Wand umgebildet; die beiden Schichten dieser Wand sind voneinander durch die Furchungshöhle geschieden, die übrigens in vielen Fällen bei der Einstülpung vollständig verschwindet, so daß die beiden Schichten sich dicht aneinander lagern. Diese sackförmige Entwicklungsstufe wird als das Gastrulastadium bezeichnet; von den beiden Schichten der Gastrula wird die äußere als Ectoderm (Ectoblast, äußeres Keimblatt), die innere als Entoderm (Entoblast, inneres Keimblatt) bezeichnet; die Höhlung des Sackes heißt Urdarm,

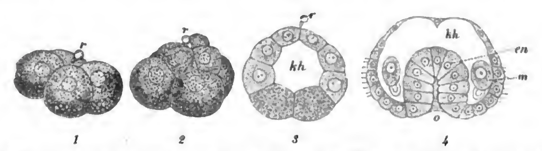


Fig. 56. Verschiedene Stufen der Entwicklung des Eies einer Tellerschnecke (*Planorbis*). *1—2* Furchungsstadien, *3* durchschnittene Blastula (unten sieht man die etwas größeren Entodermzellen). *4* Gastrula. *en* Entoderm, *kh* Furchungshöhle, *m* Mesoderm (vergl. S. 69), *o* Urmund, *r* Polzellen. — Nach Rabl.

ihre Oeffnung Urmund oder Gastrulamund (Blastoporus). In einzelnen Fällen sind diese Zellen des Ento- und Ectoderms fast gar nicht verschieden; gewöhnlich (Fig. 56) unterscheiden sie sich aber in geringerem oder höherem Grade, die Entodermzellen sind häufig mehr körnig, größer als die Ectodermzellen, usw.; dieser Unterschied erscheint bereits in der Blastula, vor der Einstülpung.

Auf diese Weise findet die erste Entwicklung bei einer großen Anzahl von Tieren statt: Cölenteraten (vergl. im übrigen für diese die Bemerkungen über die Entwicklung der Quallen S. 67), Spongien,

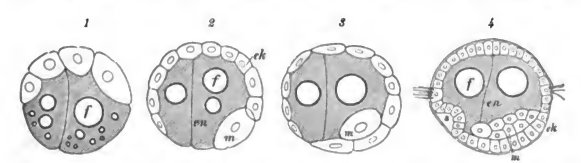


Fig. 57. Schnitte durch das Ei eines Borstenwurms (*Nereis*) auf verschiedenen Entwicklungsstufen. In *3* ist die Gastrula fertig gebildet, der Urmund (unten links) aber noch offen; in *4* ist der Urmund geschlossen, und die Bildung der Mundhöhle (*s*) hat angefangen. *ek* Ecto-, *en* Entoderm, *f* Fetttropfen, *m* Mesoderm, *s* Anlage der Mundhöhle. Die Eihaut ist in den drei ersten Figuren weggelassen, in der letzten gezeichnet. — Nach Goette.

Echinodermen, vielen Würmern, Mollusken, einem einzelnen Wirbeltier *(Amphioxus)*, Tunicaten.

2. In gewissen Fällen (Fig. 57), welche sich übrigens den unter **1** beschriebenen anschließen, sind die Zellen, welche zum Entoblast werden, sehr groß, und die Furchungshöhle fehlt oder ist sehr eng. In solchen Fällen wird die Gastrula scheinbar auf andere Weise als in den vorhergehenden gebildet,

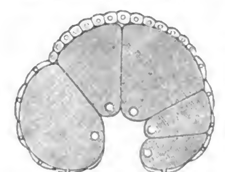


Fig 58. Gastrula einer Meeresschnecke (*Natica*) in derselben Weise wie die Gastrula in Fig. 57 gebildet, von welcher sie sich jedoch durch den Besitz einer Urdarmhöhle unterscheidet. — Nach Bobretzky.

nämlich dadurch, daß die Ectodermzellen, die anfänglich wie ein Käppchen auf den Entodermzellen liegen, allmählich letztere umwachsen; und die Entodermzellen umschließen häufig keinen Urdarm, sondern bilden eine kompakte Masse.

Bei der unter I erwähnten typischen Gastrulabildung wird die Blastula offenbar zur Gastrula infolge einer Veränderung der Form der zum Entoderm werdenden Zellen (vergl. Fig. 55; 56, 3—4): in der Blastula ist das äußere Ende dieser Zellen das breitere, die betreffenden Zellen verändern dann allmählich in der Weise ihre Form, daß das innere Ende breiter wird als das äußere, was natürlich einfach durch eine Umlagerung der Protoplasmateilchen der Zellen (Protoplasmaströmungen) geschieht; diese Aenderung der Form der betreffenden Zellen muß notwendig zunächst eine Abflachung der einen Seite der Blastula und dann eine Einstülpung derselben mit sich führen. Gleichzeitig wird im allgemeinen eine Aenderung mit den Ectodermzellen vor sich gehen: diese werden niedriger und breiter, so daß sie sich über ein größeres Areal ausspannen können. Während der Einstülpung bleibt der ursprüngliche Zusammenhang der Ento- und Ectodermzellen bewahrt. Auf dieselbe Weise wird nun wahrscheinlich auch die unter **2** erwähnte (sogenannte epibolische, Umwachsungs-)Gastrula

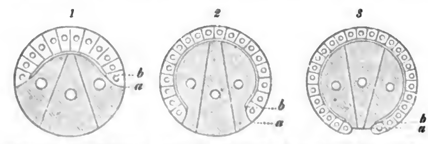


Fig. 59. Schematische Figuren zum Verständnis der epibolischen Gastrula (vergl. den Text). *1* jüngstes, *3* ältestes Stadium. Die Buchstaben *a* und *b* bezeichnen in allen drei Figuren entsprechende Stellen. — Orig.

gebildet; auch hier braucht man nicht anzunehmen, daß die Ectodermzellen sich von den Entodermzellen ablösen und über dieselben hinwachsen. Denken wir uns, daß die breiten äußeren Enden der Entodermzellen der Blastula (vergl. Fig. 57, 1) allmählich schmäler und die inneren Enden derselben breiter werden, während die Ectodermzellenpartie gleichzeitig an Ausdehnung zunimmt, so werden die Entodermzellen durch denselben Prozeß wie bei der Einstülpung der typischen Gastrula allmählich von den

Ectodermzellen umschlossen werden können, ohne daß von einer aktiven Zellenwanderung die Rede ist und ohne daß die Berührungsfläche (*a—b*) der äußersten Ectodermzellen mit den Entodermzellen sich verändert.

3. Bei manchen niederen Wirbeltieren (Cyclostomen, Ganoiden, Lungenfischen, Amphibien) ist die Blastulawand nicht wie in den oben erwähnten Fällen einschichtig, sondern mehrere Zellen dick (Fig. 60, [1]); die Zellen sind an der einen Seite der Blastula größer als an der anderen und enthalten reichliche Dotterkörnchen. Dieser Teil der Blastula wird in den anderen eingestülpt; es wird wie in den anderen Fällen eine

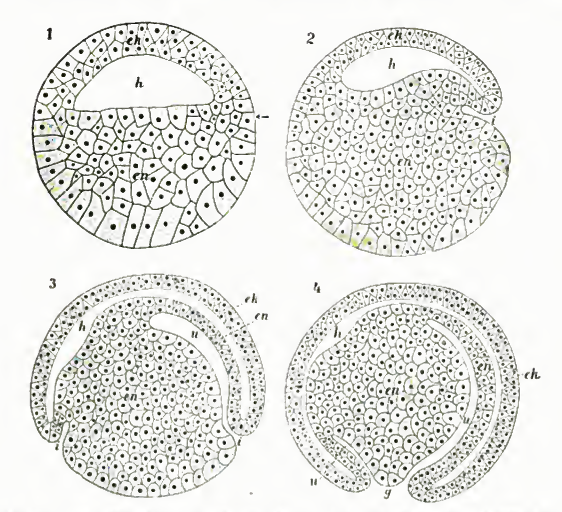


Fig. 60. Die Gastrulabildung bei den Amphibien, schematisch; Längsschnitte. *1* Blastula. *2* die Einstülpung hat bei *i* angefangen (die entsprechende Stelle ist in *1* durch einen Pfeil bezeichnet); die Einstülpung ist rinnenförmig, greift aber noch nicht um das ganze Ei herum. *3* die Einstülpung fortgesetzt. *4* fertige Gastrula; die Urdarmhöhle größtenteils von einem vorspringenden Teil des Entoderm gefüllt. *ek* Ectoderm (hell), *en* Entoderm (schattiert), *g* Gastrulamund, *h* Furchungshöhle, *i* Einstülpungsrinne, *u* Urdarmhöhle. — Orig.

Gastrula gebildet (4), deren Entoderm aber teilweise stark verdickt ist, so daß sich in der Urdarmhöhle ein großer Hügel vom Entoderm erhebt. Die Einstülpung findet übrigens in einer etwas eigentümlichen Weise statt: es bildet sich zunächst an der einen Seite der Blastula eine Falte (2), welche allmählich zu einer das ganze Ei umgebenden Ringfalte wird; diese Ringfalte überwächst den unteren Teil des Eies, denjenigen, der später als ein Hügel in den Urdarm vorragt.

Diese Form der Gastrulabildung ist von der typischen leicht ableitbar, und zwar als eine Folge der bedeutenden Dicke der Entodermzellenpartie der Blastula. Denken wir uns der Blastula Fig. 55, 4 unten eine größere Zellenmasse angefügt, welche sich bei der Einstülpung im wesentlichen passiv verhält, so werden wir zu einem ähnlichen Verhalten der Einstülpung gelangen wie in Fig. 60.

4. Hieran schließt sich die Entwicklungsform, die wir bei den Selachiern, Knochenfischen, Reptilien und Vögeln finden (Fig. 61). Die Eizelle enthält hier eine große Menge von Dotterkugeln; das Protoplasma ist wesentlich an der einen Seite des Eies angesammelt. Nur der letztere

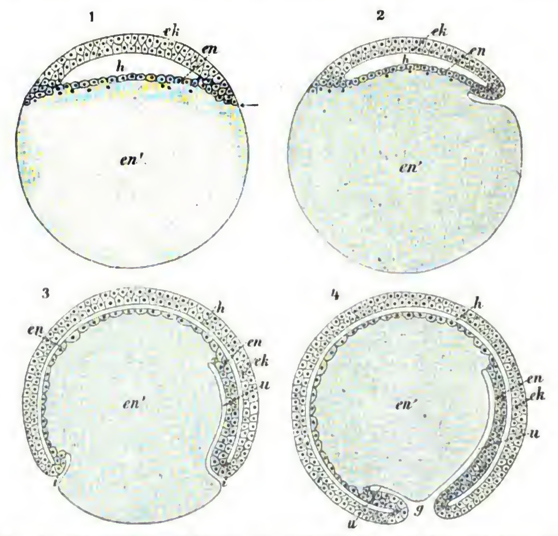


Fig. 61. Schematische Darstellung der Gastrulabildung bei **Wirbeltieren** mit partieller Furchung (Selachiern, Knochenfischen, Reptilien, Vögeln); vergl. die vorhergehende Figur. Die Buchstaben sind dieselben wie in dieser, mit Ausnahme von *en'*, dem ungefurchten Teil des Entoderms (dem Nahrungsdotter); *en* der gefurchte Teil des Entoderms. Es ist hervorzuheben, daß der Nahrungsdotter meistens verhältnismäßig weit größer ist, als in den Figuren angegeben. — Orig.

Teil des Eies teilt sich in Furchungszellen, während der größere Teil desselben ungefurcht bleibt: partielle Furchung. Diese ungefurchte Eimasse, die demjenigen Teil des Eies der unter 3 erwähnten Formen entspricht, der sich als ein Hügel in die Urdarmhöhle erhebt, wird mit einer Partie der angrenzenden Zellen in die übrige Zellenmasse eingestülpt; die Einstülpung geschieht in ähnlicher Weise wie

bei den zuletzt erwähnten (vergl. Fig. 60 u. 61). In die Urdarmhöhle wird somit eine ungeheuer große Masse von ungefurchter Eisubstanz, der Nahrungsdotter, eingeschlossen, der allmählich von den Zellen aufgesogen wird und somit letzteren als Nahrung während der Entwicklung dient. Es ist übrigens eigentümlich, daß die Gastrulaeinstülpung bei diesen Tieren sehr langsam fortschreitet; die Entwicklung ist schon nach anderen Richtungen weit vorgerückt, wenn die Gastrulabildung abgeschlossen wird (in den schematischen Figuren ist von diesem Verhältnis abgesehen).

5. Bei den Arthropoden (Fig. 62) findet im allgemeinen ebenso wie bei den letztgenannten Tieren eine partielle Furchung statt; der ungefurchte Teil des Eies, der Nahrungsdotter, liegt aber in der Mitte, von den Furchungszellen rings umgeben; eine Furchungshöhle fehlt, der Nahrungsdotter nimmt gewissermaßen ihre Stelle ein. Die Einstülpung geschieht wie bei der typischen Gastrula (1, S. 62—63); der Nahrungsdotter wird allmählich von den Zellen aufgesogen. Im Gegensatz zu der unter **4—5** erwähnten partiellen Furchung wird die Furchung in den unter **1—3** erwähnten Fällen als total bezeichnet. Die Eier, welche eine totale Furchung durchlaufen, nennt man holoblastisch, diejenigen mit partieller Furchung meroblastisch.

Fig. 62. Die Entwicklung des Eies einer Crustacee (Schnitte). *bl* Nahrungsdotter, *ek* Ecto-, *en* Ento-, *m* Mesoderm, *o* Urmund. — Nach Haeckel.

Eine etwas eigentümliche Form der Gastrulabildung trifft man bei manchen Quallen. Es findet hier keine Einstülpung statt, sondern an verschiedenen Punkten der Blastula lösen sich Zellen aus dem Verband der übrigen los und wandern in die Furchungshöhle hinein, um hier den Entoderm zu bilden (Fig. 63, *A*). Zuweilen ist diese Loslösung der Zellen auf die eine Seite der Blastula beschränkt (*B*). Möglicherweise ist der durch *A* illustrierte Typus die allerursprünglichste Form der Entodermbildung; von dieser kann leicht die Form *B* abgeleitet werden, die vielleicht wieder eine Uebergangsform zu der gewöhnlichen Gastrulabildung ist (die auch bei den Quallen getroffen wird).

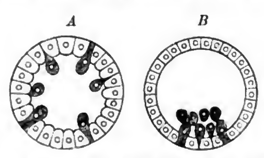


Fig. 63. Schematische Schnitte, um die Gastrulabildung gewisser Quallen zu erläutern.

Das im vorhergehenden Ausgeführte kann dahin zusammengefaßt

werden, daß wir fast überall, wo die Untersuchung hinlänglich tief eingedrungen ist, als Resultat der ersten Entwicklung des Eies eine Gastrula finden, die bei allen wesentlich in derselben Weise gebildet ist.

Bei einem Teil der Cölenteraten, z. B. Hydra, bleibt das Tier das ganze Leben hindurch auf diesem einfachen Gastrula-Stadium stehen (Fig. 22, S. 18): der ganze Körper besteht bei ihnen bloß aus den zwei Zellenschichten, Ecto- und Entoderm, durch eine strukturlose Gallertschicht, *Mesogloea*, getrennt. Bei anderen Cölenteraten tritt die Komplikation hinzu, daß das Entoderm keine einfache Röhre bleibt sondern Ausstülpungen verschiedener Art entstehen läßt (vergl. des näheren den Abschnitt Cölenteraten), die jedoch stets in offener Verbindung mit der Haupthöhle bleiben.

Bei den meisten Metazoen bilden sich ebenfalls vom Urdarm Ausstülpungen, die aber insofern sich abweichend verhalten, als sie sich von dem zentralen Entodermschlauch abschnüren und ihren Platz zwischen demselben und dem Ectoderm einnehmen. Sie werden als Cölomsäcke bezeichnet; ihr Hohlraum ist die spätere Leibeshöhle. Bei einigen sind die Cölomsäcke von Anfang an wirkliche Aus-

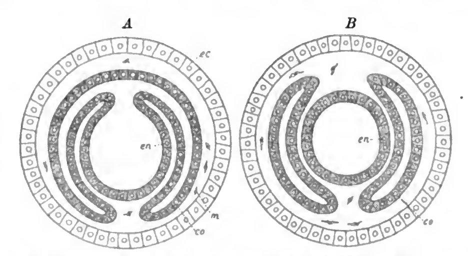


Fig. 64. *A*. Querschnitt durch einen Embryo, bei welchem die Cölomsäcke in Bildung begriffen sind als offene Ausstülpungen der Entodermröhre. *B*. Späteres Stadium: die Cölomsäcke haben sich abgeschnürt und liegen als selbständige Gebilde neben der Entodermröhre. Entodermzellen punktiert. *co* Cölomsack. *ec* Ecto-, *en* Entoderm. *m* Mesenchymzellen.

stülpungen, Hohlorgane (Fig 64). In anderen Fällen (Fig. 65) werden sie aber zunächst angelegt als solide Entodermauswüchse, in denen sich später ein großer Hohlraum bildet; durch Mittelformen (Fig. 65 *A*) ist diese Ausbildungsform mit jener verbunden.

Von den beiden Keimblättern, Ecto- und Entoderm, lösen sich Zellen ab, die in die Mesogloea einwandern: Mesenchymzellen. Bereits bei manchen Cölenteraten findet solches statt; die Mesenchymzellen werden hier in der Regel zu Bindegewebszellen, können aber auch Muskelzellen werden (Rippenquallen). Sowohl vom Ectoderm wie vom Entoderm inkl. der Cölomsäcke findet diese Abgabe von Mesenchymzellen statt. Aus ihnen werden gebildet: Bindegewebe, Knorpel, Knochen, Blutgefäße, z. T. auch Muskelzellen.

Aus den Cölomsäcken entstehen die Muskelschichten der Leibes-

wand und der Gliedmaßen, bei den Wirbeltieren die Skeletmuskulatur[1]). Ferner die Muskelschichten der Darmwand. Auch die Excretionsorgane entstehen allgemein durch Umbildung von Partien der Cölomsäcke.

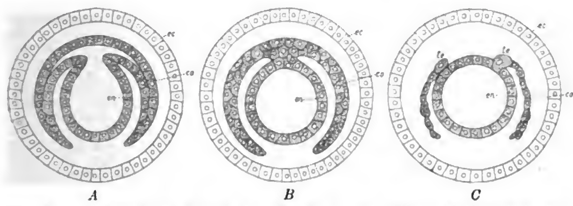
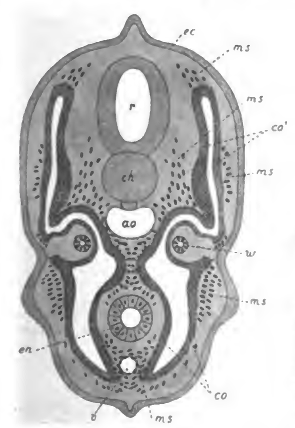


Fig. 65. *A*. Aehnlicher Schnitt wie Fig. 64 *A*, die Cölomsack-Anlagen sind aber nur an der Basis hohl. *B*. Andere Form: die Cölomsack-Anlagen sind durchaus solid. *C*. Ebenso, die Cölomsäcke werden aber gebildet von je einer einzigen großen Entodermzelle, *te*, aus.

Weiter liefern diese das Epithel der Leibeshöhle, aus welchen noch die Geschlechtszellen entstehen.

Die Mesenchymzellen und die Cölomsäcke werden allgemein unter dem gemeinsamen Namen Mesoderm zusammengefaßt.

Aus der Entwicklung der verschiedenen Organsysteme berühren



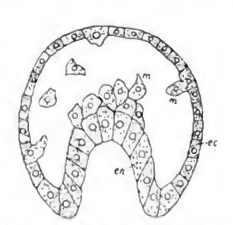


Fig. 66. Gastrula eines Echinoderms, Schema. *ec* Ecto-, *en* Entoderm, *m* Mesenchymzellen.

Fig. 67. Querschnitt des Rumpfes eines Selachier-Embryos. Schema, um die Auswanderung der Mesenchymzellen aus den Cölomsäcken zu veranschaulichen. *ao* Aorta, *co* Cölomsack (ventraler Abschnitt), *co'* Cölomsack (dorsaler Abschnitt), *ec* Ecto-, *en* Entoderm, *ms* Mesenchymzellen, *r* Rückenmark, *v* Vene, *w* Wolffscher Gang (Harnleiter). — Nach Ziegler.

1) Die Rückensaite (Chorda) der Wirbeltiere entwickelt sich jedoch von der Entodermröhre aus, als eine Falte, welche sich von letzterer abschnürt und dann einen Strang oberhalb derselben bildet (Fig. 69).

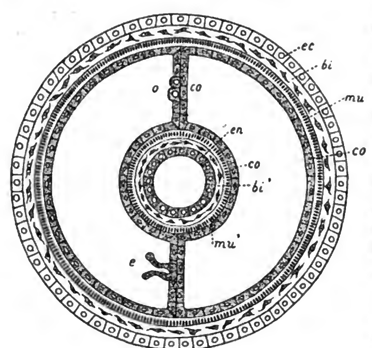


Fig. 68. Querschnitt eines Metazoons. *bi* bindegewebige Schicht innerhalb des Ectoderms, gebildet von Mesenchymzellen; *bi'* ähnliche unterhalb des entodermalen Darmepithels. *co* Cölomepithel; die beiden Cölomsäcke bilden zusammen ein dorsales und ein ventrales Gekröse. *e* Excretionsorgan, dem Cölomepithel entstammend. *ec* Ectoderm, Oberhaut. *en* Entodermröhre, Darmepithel. *mu* Muskelschicht der Leibeswand, *mu'* der Darmwand, an beiden Stellen den Cölomsäcken entstammend. *o* Gonade, dem Cölomepithel entstammend.

wir hier mit einigen Worten die Bildung des Nervensystems und des Darmkanals.

Das zentrale Nervensystem wird gewöhnlich in Gestalt von Einfaltungen, Einstülpungen oder Verdickungen des Ectoderms angelegt, die sich dann von letzterem sondern; bei den Wirbeltieren (Fig. 69) bildet sich z. B. längs der Rückenseite des Tieres eine lange, rinnenförmige Einfaltung, die Anlage des Zentralnervensystems (Gehirn und Rückenmark), welche später abgeschnürt wird und als ein Rohr unter-

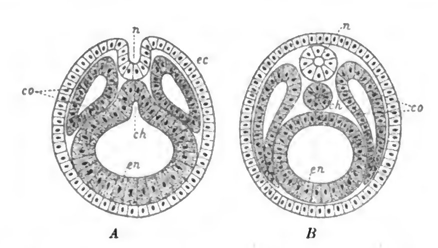


Fig. 69. Schematischer Querschnitt von einem sehr jungen (*A*) und einem etwas älteren (*B*) Wirbeltier-Embryo. Was dem Entoderm entstammt, ist dunkel, was dem Ectoderm, hell gehalten. *ch* Chorda, *co* Cölomsäcke, *ec* Ectoderm, *en* Entoderm, *n* Nervensystem.

halb der Haut liegt. Manchmal (z. B. bei Echinodermen und Borstenwürmern) bleibt entweder in größerer Ausdehnung oder wenigstens an einigen Körperstellen der ursprüngliche Zusammenhang des Nervensystems und der vom übrigen Ectoderm stammenden Epidermis zeitlebens bestehen.

Was die Bildung des Darmkanals betrifft, so ist folgendes zu bemerken. Die ursprüngliche Oeffnung, der Urmund, wird in der Regel geschlossen, so daß das Entodermrohr eine Zeitlang einen geschlossenen

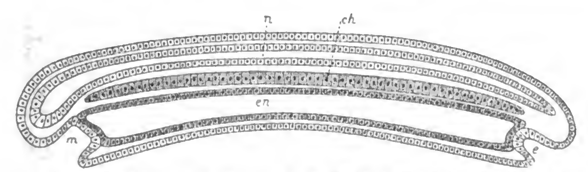


Fig. 70. Schematischer Längsschnitt eines Wirbeltier-Embryos zur Illustration der Bildung der Mundhöhle (*m*) und des Enddarms (*e*). Außerdem Anlage des Nervensystems *n* und die erste Skeletanlage (Chorda, *ch*). *en* Entodermrohr.

Sack darstellt. Später bildet sich an jedem Ende des Tieres gewöhnlich eine Einstülpung des Ectoderms, welche zur Mundhöhle resp. zum Enddarm wird (Fig. 70); an den Stellen, wo die Einstülpungen und das Entodermrohr zusammenstoßen, erfolgt nachher ein Durchbruch. Der definitive Darmschlauch besteht somit teils aus dem ursprünglichen Entodermrohr, teils aus gewissen Partien des Ectoderms; hierzu kommen noch bei den meisten Tieren Teile des „Mesoderms", welche sich dem Darmschlauch außen anlagern und dessen Bindegewebe und Muskelschichten bilden (vergl. Fig. 68).

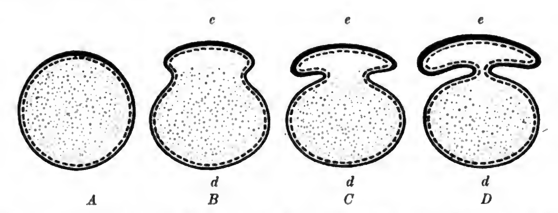


Fig. 71. Schemata zur Erläuterung der Entwicklung des Dottersacks. In *A* ist der Dottersack noch nicht von der Embryonalanlage gesondert; in *B* hat eine Einschnürung sich zwischen denselben auszubilden angefangen; in *C* und *D* ist die Sonderung weiter gediehen. — Ectoderm durch eine voll aufgezogene Linie, Entoderm durch eine gebrochene angegeben, Dotter punktiert. *d* Dottersack, *e* Embryonalanlage.

In den Fällen, wo der Darmkanal einen großen Nahrungsdotter enthält, wird der junge Organismus, der Embryo, stark durch diesen ausgedehnt. Es bildet sich dann allgemein das Verhalten aus, daß der Embryo in zwei Partien zerfällt: die eigentliche Embryonalanlage, die sich zu dem definitiven Organismus ausbildet, und einen Dottersack, der eine Darmausstülpung mit dem Nahrungsdotter enthält. Die beiden Abschnitte können voneinander durch eine tiefe Einschnürung getrennt sein, die

oftmals zu einem langen Stiel wird. Bei jungen Embryonen ist der Dottersack häufig das weitaus überwiegende, weit größer als die Embryonalanlage; allmählich ändert sich dann das Verhalten, indem der Inhalt des Dottersacks dem jungen Organismus als Nahrung dient, und schließlich verschwindet der Dottersack völlig, während indessen der Embryo vielmals größer geworden ist.

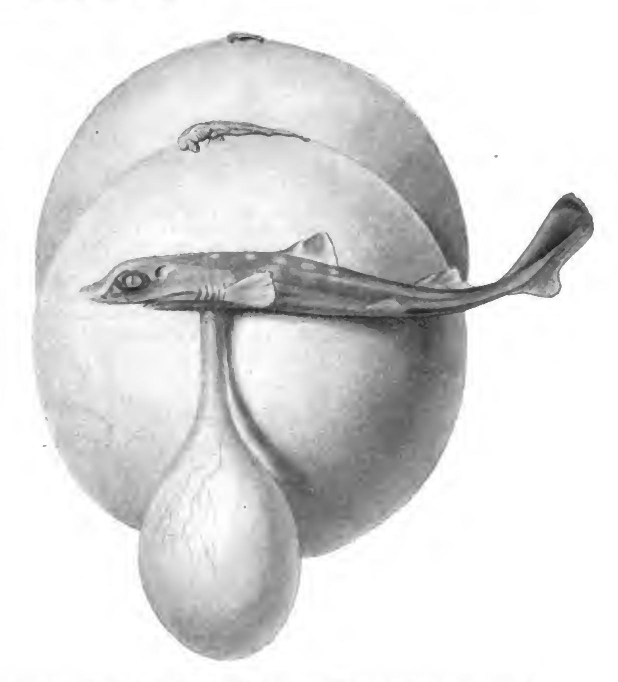


Fig. 72. Embryonen eines Haies auf verschiedenen Entwicklungsstufen, um das Verhältnis zwischen der Größe der Embryonalanlage und des Dottersacks auf verschiedenen Entwicklungsstufen zu zeigen. *1* und *2* ungefähr in doppelter, *3* in natürlicher Größe. — Größtenteils orig.

Die meisten Tiere sind eierlegend (ovipar), d. h. das Ei wird, unbefruchtet oder befruchtet, von der Eihülle umschlossen, abgelegt; zuweilen ist das Ei, wenn es abgelegt wird, noch eine einfache Zelle, in anderen Fällen ist es aber schon gefurcht, oder die

Entwicklung ist noch weiter vorgeschritten. Andere Tiere sind lebendiggebärend (vivipar), d. h. das Ei verweilt längere Zeit im mütterlichen Körper, die Entwicklung schreitet weiter fort, und die Eihülle oder -schale wird gesprengt, ehe der junge Organismus aus der Mutter herauskommt. Einen tieferen, durchgreifenden Unterschied zwischen eierlegenden und lebendiggebärenden Tieren gibt es übrigens nicht, und einige Tiere stehen auf der Grenze zwischen beiden, indem die Entwicklung bei eierlegenden Tieren zuweilen so weit fortgeschritten ist, wenn das Ei abgelegt wird, daß das Junge bald nachher die Schale sprengt, ebenso wie es eierlegende Tiere gibt, deren Junge erst im Augenblicke der Ablage des Eies die Schale sprengen (ovovivipar).

Diejenigen Eier, die ohne andere Umhüllung als eine Eihaut oder Eischale abgelegt werden, durchlaufen ihre Entwicklung, bis das junge Tier aus der Hülle hervorbricht, ohne einen Zuschuß von außen zu erhalten; aus der Umgebung nehmen sie jedoch Sauerstoff auf — das Ei atmet ebensowohl wie der ausgebildete Organismus und kann sich in einer sauerstofffreien Umgebung nicht entwickeln — und gibt Kohlensäure ab; auch ein Aufsaugen von Wasser findet zuweilen statt. Wenn das abgelegte Ei von der Eiweißmasse umgeben ist, so wird diese (so ist es z. B. beim Vogelei) während der Entwicklung von dem jungen Organismus allmählich aufgesogen[1], so daß dieser, während er noch in der Eischale eingeschlossen ist, einen Zuschuß über die Stoffmasse hinaus erhält, welche die Eizelle enthielt. Bei manchen — aber keineswegs allen — lebendiggebärenden Tieren erhält der sich entwickelnde Organismus einen Zuschuß von dem Muttertier entweder dadurch, daß gewisse in den Uterus mündende Drüsen eine nährende Flüssigkeit absondern, die von jenem aufgesogen wird, oder dadurch, daß gewisse Teile des jungen Tieres sich zu einem Aufsaugewerkzeuge entwickeln, das in innige Verbindung mit der Wand des Uterus tritt und — ähnlich wie eine Schmarotzerpflanze — die Blutflüssigkeit der Mutter aufsaugt (Säugetiere).

Als Geburt bezeichnet man bei den lebendiggebärenden Tieren das Moment, wenn das junge Tier aus dem mütterlichen Körper hinaustritt. Vor der Geburt wird es als Embryo (Fötus, Frucht) bezeichnet, nach derselben wird es Junges genannt. Für die eierlegenden Tiere gebraucht man dieselben Bezeichnungen von dem jungen Tier resp. vor und nachdem es die Eihülle oder die Schale gesprengt und verlassen hat. Ein prinzipieller Unterschied zwischen Embryo und Jungem ist nicht vorhanden, einige Tiere durchlaufen einen kleineren, andere einen größeren Teil ihrer Entwicklung als Embryo, sie sind mehr oder weniger weit gediehen, wenn sie geboren werden. In bezug auf die Ernährung ist gewöhnlich der Unterschied vorhanden, daß das Junge im Gegensatz zum Embryo Nahrung von außen zu sich nimmt; in gewissen Fällen enthält es aber bei der Geburt noch mehr oder weniger Nahrungsdotter und nimmt dann eine Zeitlang keine Nahrung von außen auf, so daß dieser Unterschied sich nicht gleich geltend macht.

---

1) Diese Aufsaugung geschieht meistens durch die ganze Oberfläche oder durch irgendeinen Teil derselben, seltener wird das Eiweiß in den Darmkanal des jungen Organismus aufgenommen.

Das neugeborene Junge weicht stets mehr oder weniger von dem ausgebildeten Organismus ab. Der Unterschied ist in einigen Fällen relativ unbedeutend, indem er wesentlich in einer geringeren Körpergröße und in dem unreifen Zustand der Geschlechtsorgane besteht (wie bei manchen Säugetieren); in anderen Fällen weicht das Junge stärker von dem ausgebildeten Tier ab, wie es z. B. bei den Vögeln der Fall ist, deren neugeborene Jungen sich bekanntlich namentlich in der Bekleidung des Körpers von den Erwachsenen erheblich unterscheiden. Noch weit bedeutender werden die Unterschiede bei vielen anderen Tieren, und man sagt dann, daß das Tier eine Metamorphose (Verwandlung) durchläuft, ehe es das definitive Aussehen erlangt. Die von dem Jungen, das bei Tieren mit Metamorphose als Larve bezeichnet wird, in solchen Fällen durchlaufenen Veränderungen sind oft sehr eingreifend, und häufig hat die Larve nur eine äußerst geringe Aehnlichkeit mit dem Erwachsenen.

Die Ursachen dieser Unterschiede zwischen der Larve und dem Erwachsenen und damit auch die Art derselben sind von verschiedener Natur. Vielfach ist als nächste Ursache zu erkennen, daß die Masse des Eies zu klein dazu ist, daß ein dem Erwachsenen ähnlich gebautes Geschöpf aus ihm gebildet werden könnte. Wenn z. B. manche Crustaceen in sehr wenig entwickelter Gestalt, mit einer ganz geringen Anzahl von Gliedmaßen (drei Paaren) ausgestattet, die Eihülle verlassen, so ist die Ursache darin zu suchen, daß das Ei zu klein ist, als daß aus seiner Masse ein Tier mit der großen Anzahl von Gliedmaßen, welche das Erwachsene besitzt, gebildet werden könnte; es hat den Anschein, als ob es eine gewisse, bei verschiedenen Tieren übrigens verschiedene Grenze gibt, unter welche die Größe der einzelnen Gliedmaßen etc. nicht hinabsinken kann; bei Formen, deren Eier, wie wir es bei anderen Crustaceen finden, größer sind, sieht man denn auch das Tier auf einer ausgebildeteren Entwicklungsstufe das Ei verlassen, mit mehr Gliedmaßen etc.

Als weitere Hauptursache des Unterschiedes zwischen den Larven und den Erwachsenen ist die Verschiedenartigkeit der Lebensverhältnisse hervorzuheben; oft wirkt dieselbe in innigem Verbande mit der obenerwähnten Ursache. Bei einer Unzahl von Meerestieren, die im ausgebildeten Zustande an den Boden gebunden sind, leben die Larven als freischwimmende Tiere an der Oberfläche, was für die ganze Gestaltung von durchgreifendem Einfluß wird (Borstenwürmer, Mollusken, Crustaceen etc.). Zuweilen (z. B. bei den Amphibien und vielen Insecten) sind die Larven Wassertiere, die Erwachsenen Landtiere, was ebenfalls mit großen Unterschieden Hand in Hand geht.

Infolge der verschiedenartigen Lebensweise fehlen bei den Larven häufig Teile, die den Erwachsenen zukommen; andererseits besitzen sie aber oft besondere Werkzeuge, die den Erwachsenen abgehen, sog. provisorische Larvenorgane: Wimpersegel der Schneckenlarven, Kiemen der Amphibienlarven, Bauchfüße der Schmetterlingsraupen. Diese Larvenorgane können in gewissen Fällen einen so bedeutenden Umfang besitzen, daß nur ein geringer Teil des ursprünglichen Larvenkörpers sich zu dem vollkommenen Tier entwickelt, während der größere Teil rückgebildet wird (Echinodermen).

Die Dauer des Larvenlebens ist meistens, mit der des ganzen Lebens verglichen, eine kurze; in der Regel erlangt das Tier in der Hauptsache die definitive Gestalt, lange bevor es seine definitive Größe und die

Geschlechtsreife erreicht. Hiervon machen die Insecten eine sehr beachtenswerte Ausnahme, indem sie die Gestalt des „vollkommenen Insects" meistens erst dann annehmen, wenn der Organismus die definitive Größe erlangt hat.

Der Uebergang vom Larvenstadium zu demjenigen des ausgebildeten Tieres ist niemals eine plötzliche Veränderung — wie die Bezeichnung Metamorphose, Verwandlung, etwa vermuten lassen könnte — sondern vollzieht sich immer allmählich. Oft finden die betreffenden Umbildungen jedoch im Laufe eines oder mehrerer verhältnismäßig kurzer Zeitabschnitte statt: nachdem die Larve längere Zeit dieselbe Gestalt gehabt hat, durchläuft sie im Laufe viel kürzerer Zeit große Veränderungen, so daß sie gewissermaßen in einem oder mehreren Sprüngen die Form des ausgebildeten Tieres annimmt. Dies ist besonders bei den Arthropoden auffällig, indem alle äußereu Veränderungen bei diesen an die Häutungen gebunden sind. Einige Zeit vor der Häutung löst sich der lebendige Teil der Haut von der Cuticula ab, bildet sich mehr oder weniger um, so daß die Larve, wenn sie die alte Cuticula abstreift, plötzlich wie mit einem Sprunge in einer neuen und veränderten Gestalt erscheint. In der Tat haben sich die Veränderungen aber auch hier im Laufe einiger Zeit abgespielt, und nur für eine äußerliche Betrachtung ist die Entwicklung eine sprungweise.

Brutpflege. In vielen Fällen kommt es vor, daß den aus dem mütterlichen Körper ausgetretenen Eiern und den Jungen in verschiedener Weise von seiten des Muttertieres (seltener des Vaters) eine spezielle Fürsorge zugewendet wird. Die Aufgabe dieser ist es zunächst, die Eier oder Jungen gegen die Nachstellung anderer Tiere oder gegen anderweitige Gefahren zu schützen, dann aber auch häufig, die Jungen zu ernähren; weniger allgemein ist speziell darauf Rücksicht genommen, daß die Eier oder Jungen auf eine für die Entwicklung erforderliche Temperatur erwärmt werden (Vögel). In den einfachsten Fällen begnügt sich die Mutter damit, die Eier (z. B. durch Vergraben) an einem sicheren Ort unterzubringen, oder die Brutpflege ist darauf beschränkt, daß das Muttertier sorgfältig die Stelle auswählt, an der die Eier abgelegt werden, so daß das Junge gleich eine passende Nahrung vorfindet. In anderen Fällen sitzt die Mutter über den Eiern bis zum Ausschlüpfen der Jungen oder noch eine Zeitlang über den letzteren, um sie zu beschützen oder zu erwärmen; oder sie trägt Eier und Junge auf ihrem Körper mit sich umher. Daran reiht sich dann eine mehr aktive Brutpflege in der Form, daß die Jungen, die zwar imstande sind, Nahrung zu sich zu nehmen und zu verdauen, aber nicht befähigt, sich dieselbe selbst zu verschaffen, kürzere oder längere Zeit hindurch von der Mutter gefüttert werden. In vielen Fällen greift die Brutpflege nicht nur tief in das Leben des Muttertieres ein, sondern führt auch zur Ausbildung besonderer Werkzeuge bei diesem (Brutsäcke, Milchdrüsen etc.). Von noch eingreifenderer Bedeutung ist die Brutpflege in manchen Fällen für die Entwicklungsweise des Eies und des Jungen; viele Eigentümlichkeiten dieser erscheinen bei näherer Betrachtung durch die Brutpflege bedingt (vergl. z. B. die Mysiden, die Beuteltiere etc.).

Einer eingehenderen Betrachtung erscheint auch das Zurückbehalten der Eier im Innern des mütterlichen Organismus bei den lebendiggebärenden Tieren als eine Art Brutpflege; in der Tat scheint der Unterschied zwischen dem Verweilen des jugendlichen Organismus im Eileiter (wie bei den lebendiggebärenden Tieren) oder in einer Einstülpung

der Haut (wie es manchmal bei der Brutpflege, z. B. bei den Beuteltieren, stattfindet) ein rein äußerlicher zu sein; der Zweck ist auch derselbe, und in beiden Fällen finden wir ganz ähnliche Folgen für die Mutter und für den jugendlichen Organismus: Ausbildung besonderer Einrichtungen bei ersterer, Eigentümlichkeiten der Entwicklung des letzteren.

Regeneration. Im Laufe des Lebens eines Tieres passiert es häufig, daß dieser oder jener Teil seines Körpers verloren geht und nachher dadurch ersetzt wird, daß ein neuer ähnlicher Teil hervorwächst. Bei manchen Tieren finden derartige Verluste mit nachfolgender Neubildung als ganz regelmäßige, normale Erscheinung im Leben des Tieres statt: die Hirsche verlieren jedes Jahr ihr Geweih, und es wächst ein neues hervor; die Säugetiere und Vögel werfen ihre Haare und Federn ab und bekommen andere an deren Stelle etc. Hieran schließen sich auch die Fälle der sog. Autotomie, wie wir sie bei den decapoden Crustaceen, den Spinnen und Eidechsen finden: die betreffenden Tiere sind imstande, in Gefahr etc. eine Gliedmaße resp. den Schwanz (Eidechsen) abzuwerfen, indem an bestimmten Stellen ein Bruch stattfindet; später erfolgt dann eine Neubildung des abgeworfenen Teiles. Außerdem sieht man aber oft eine Regeneration von Teilen, welche durch äußere Eingriffe verloren gegangen sind. Dieses Vermögen besitzen die verschiedenen Tiere in sehr verschiedenem Grade. Sehr gering ist es z. B. bei den Säugetieren, die verloren gegangene Hautpartien und Aehnliches durch Regeneration ersetzen können, während der Verlust größerer Teile des Organismus (z. B. des Schwanzes, der Gliedmaßen) nicht ersetzt wird. Größer ist es bei gewissen niederen Wirbeltieren, z. B. bei den Wassersalamandern, die einen abgeschnittenen Schwanz oder verloren gegangene Gliedmaßen regenerieren können. Bei manchen wirbellosen Tieren, sogar bei einem verhältnismäßig so komplizierten Geschöpf wie dem Regenwurm, können sich große Stücke des Körpers regenerieren; ja bei einigen Tieren ist das Regenerationsvermögen so groß, daß sie, in zwei oder mehrere Stücke zerschnitten, zu ebenso vielen neuen Individuen auswachsen (das bekannteste und am weitesten gehende Beispiel in dieser Richtung bietet der Süßwasserpolyp [*Hydra*] dar).

Bei der Regeneration solcher Teile wie einer Cuticula oder wie Haare und Federn findet die Neubildung einfach in der Weise statt, daß die Epithelpartie, die den verloren gegangenen Teil erzeugt hat, einen ähnlichen erzeugt. Geht ein Stück Haut verloren, das aus Corium und Epidermis besteht, so wird die Neubildung in der Weise stattfinden, daß die angrenzenden Bindegewebsteile ein neues Corium erzeugen, und dieses wird von einer Epidermis überdeckt, die von den nächstliegenden Epidermisteilen aus hervorwächst. Wird ein Stück Muskelgewebe vernichtet, so werden die nächsten Muskelzellen sich teilen und derart das verloren gegangene ersetzen, und in ähnlicher Weise wird es auch bei anderen Geweben gehen. Bei der Regeneration größerer Teile des Tieres wird die Entwicklung in der Regel darin bestehen, daß die Wunde von neugebildeter Epidermis überdeckt wird, die von den Rändern der Wunde her vorwächst, und innerhalb derselben bildet sich dann der neue Teil derart, daß diejenigen Partien, die dem Mesoderm entstammen, sich wieder aus Partien entwickeln, welche dem Mesoderm angehören, während Teile, die resp. dem Ento- oder Ectoderm entstammten, wieder aus diesen sich entwickeln. Auch die Weise, wie die Neubildung stattfindet, ist oft in hohem Grade der Entwicklung beim Embryo

ähnlich. Dies ist aber nur die Regel; es gibt zahlreiche Ausnahmen. Einer der bekanntesten Fälle dieser Art ist die Regeneration der Linse im Auge des Wassersalamanders u. a.; wenn man die Linse durch Operation entfernt, so wird sie aufs neue gebildet, aber nicht wie beim Embryo durch eine Einstülpung der Epidermis, sondern es wächst eine neue Linse aus dem Rande der Iris hervor. Wenn man gewissen Borstenwürmern das Kopfende mit dem Schlunde wegschneidet, so bildet sich ein neuer Schlund durch Umbildung des vorderen Endes des übrigen Darmkanals, der dem Entoderm entstammt, während beim Embryo der Schlund vom Ectoderm gebildet wird.

Die Entwicklung bei ungeschlechtlicher Fortpflanzung. Bezüglich der äußeren Erscheinung, welche die Knospung darbietet, sei auf das vorhin Gesagte hingewiesen (S. 58); es soll hier etwas über die Entwicklung der Knospe hinzugefügt werden.

Bei den Cölenteraten, deren Körper nur aus drei einfachen Schichten zusammengesetzt ist, besteht in manchen Fällen die Knospung einfach darin, daß ein begrenztes Wachstum an einer Stelle der Körperwand stattfindet, so daß diese ausgebaucht wird (Fig. 73, k^1); die Knospe besteht demnach von vornherein aus allen drei Schichten, die das ausgebildete Tier zusammensetzen, und ihre weitere Entwicklung ist nur Wachstum und weitere Ausgestaltung (k^2, k^3).

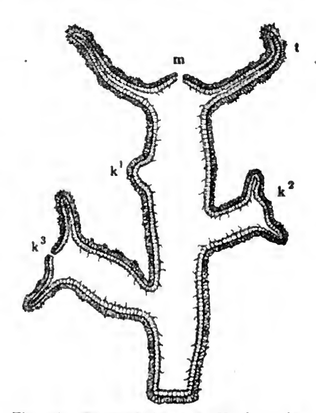


Fig. 73. Längsschnitt von Hydra, in Knospung. *m* Mund, *t* Tentakel, k^1 junge Knospe. k^2 und k^3 ältere Knospen, k^3 bereits mit Mundöffnung. Man sieht die drei Schichten, aus denen das Tier zusammengesetzt ist: das hellere Entoderm und das dunklere Ectoderm und zwischen beiden, durch eine schwarze Linie angedeutet, die Mesogloea.

Aber schon innerhalb der Cölenteraten findet man wesentliche Abweichungen. Bei gewissen Hydromedusen bilden sich Knospen, die allein aus Ectoderm bestehen. Bei den komplizierter gebauten Metazoen sind die Verhältnisse äußerst verschiedenartig. Sehr lehrreich sind in dieser Beziehung die Verhältnisse, die man bei der Knospung der Tunicaten findet. Bei einem großen Teil von diesen erscheint die junge Knospe als eine doppelwandige Blase, deren äußere Wand stets ectodermal ist (sie ist ein Teil der Epidermis des Muttertieres). Die innere Wand ist bei einigen ebenfalls ectodermal (Fig. 74), bei anderen dagegen entodermaler Herkunft; aus ihr entwickelt sich aber stets Darm, Nervensystem etc. In dem Falle, daß sie ectodermal ist, entwickelt sich also aus dem Ectoderm nicht allein Nervensystem etc., sondern auch der Darm; während in dem Fall, daß sie entodermal ist, das Nervensystem sich aus dem Ento-

derm entwickelt. Die Entwicklung der Knospe ist also bei diesen Tieren keineswegs eine Wiederholung der Embryonalentwicklung, sondern geht ihre eigenen Wege, die bei einer Form in einer Richtung, bei einer anderen in einer anderen Richtung verläuft. — Auch bei der Knospung der Bryozoen wird der Darmkanal aus dem Ectoderm des Muttertieres gebildet. — Im ganzen herrscht bezüglich der Bildung des neuen Individuums bei der Knospung die größte Freiheit, so daß bald eine, bald eine andere Gruppe von Zellen sich zu einem neuen Organismus entwickeln kann.

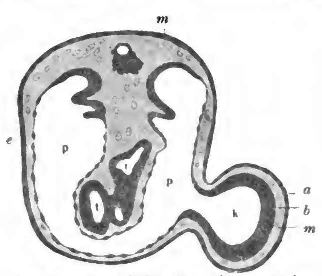


Fig. 74. Querschnitt eines knospenden Tunicaten. *e* Epidermis, *m* Mesoderm, *p* Peribranchialhöhle (von Ectoderm ausgekleidet), *t* Darm. Die Knospe, *k*, ist aus zwei Schichten gebildet, von welchen die äußere, *a*, eine Fortsetzung der Epidermis ist, während die innere, *b*, eine Fortsetzung des Peribranchialhöhlenepithels ist (zwischen beiden noch Mesodermzellen); von *b* werden sämtliche Organe des jungen Tieres mit Ausnahme der Epidermis gebildet.

Bei der Teilung ist die Entwicklung insofern einfacher, als hier große Partien der verschiedenen Organsysteme in jedes der neuen Individuen übergehen und die Entwicklung vor und nach der Teilung einen ähnlichen Charakter wie bei der Regeneration hat.

V. Physiologie.

Die Physiologie ist die Lehre von den Funktionen, von den chemischen Prozessen in den Zellen, Geweben und Organen und von dem physikalischen Verhalten derselben Teile. Es ist die Chemie und Physik des Organismus. Vieles von dem, was in dem Organismus stattfindet, kann auf die allgemeinen von der anorganischen Natur bekannten Gesetze zurückgeführt werden; für andere Erscheinungen ist solches bisher nicht gelungen und sie werden dann als „vital" bezeichnet. Damit ist aber keineswegs gesagt, daß sie in der Tat anderer Art seien als die anderen oder daß es besondere Naturgesetze geben sollte, die ausschließlich an die lebendigen Geschöpfe geknüpft wären, sondern nur, daß wir die betreffenden Erscheinungen nicht haben einordnen können unter das, was wir von der anorganischen Natur kennen.

In den vorhergehenden Abschnitten haben wir uns in erster Linie mit dem Bau, der Morphologie, beschäftigt. manchmal aber auch mit den Funktionen. Gewisse Teile der Funktionslehre erheischen jedoch eine gesonderte Betrachtung, die im folgenden gegeben wird.

1. Die chemische Zusammensetzung der Tiere.

Die wichtigsten Bestandteile, aus denen die Tiere bestehen, sind folgende: Eiweißstoffe, Kohlenhydrate, Fette, Wasser, gewisse anorganische Salze.

Die **Eiweißstoffe** (Proteïne) sind außerordentlich komplizierte Verbindungen, deren prozentische Zusammensetzung ziemlich gleichartig ist: ca. 50 % C, ca. 20 % O, ca. 15—20 % N, ca. 7 % H, ca. $\frac{1}{3}$—2 % S. Es hat sich ergeben, daß jedenfalls der Hauptbestandteil der Eiweißstoffe verschiedene Aminosäuren sind, die miteinander verbunden und durch eine hydrolytische Spaltung der Eiweißstoffe entstehen.

Die Eiweißstoffe teilt man in:

1. Einfache Eiweißstoffe, mit den Unterabteilungen
   A. Eigentliche Eiweißstoffe.
   B. Albuminoide oder Scleroproteïne.
2. Zusammengesetzte Eiweißstoffe oder Proteïde.

Die Eigentlichen Eiweißstoffe besitzen die Eigenschaft, daß sie gerinnen, z. B. durch Erwärmung. Hierzu gehören folgende. Die Albumine, die in Wasser löslich sind: Serumalbumin in der Blutflüssigkeit bei Wirbeltieren, Eialbumin im „Weißen" der Hühnereier. Die Globuline, die sich nicht in Wasser, wohl aber in alkalischen Lösungen etc. lösen: Serumglobulin und Fibrinogen in der Blutflüssigkeit bei Wirbeltieren; letzteres wird in entleertem Blut zu Fibrin umgebildet, das das Gerinnen des Blutes veranlaßt; Myosin in den quergestreiften Muskelfasern der Wirbeltiere; Eiglobulin im „Weißen" usw. Die Protamine, die sich dadurch unterscheiden, daß Schwefel in ihnen fehlt und daß sie verhältnismäßig mehr Stickstoff als die anderen enthalten, finden sich in den Samenkörperchen bei Fischen.

Die Albuminoide sind eigentlich nicht chemisch verschieden von den „Eigentlichen Eiweißstoffen", von denen sie gesondert werden durch ihre fast völlige Unlöslichkeit und dadurch, daß sie nicht Bestandteile des lebenden Protoplasmas sind. Dazu gehören: Collagen, in der Intercellularsubstanz vom Bindegewebe, Knorpel und Knochengewebe; durch Erwärmung in siedendem Wasser wird es zu Leim (Glutin) umgebildet. Keratin, das stark schwefelhaltig ist; es bildet die Hornsubstanz der Wirbeltierhaut und die organischen Teile der Eischale der Crocodile und Vögel. Conchiolin, der organische Teil der Mollusken-Schalen. Fibroin in Seide.

An die Einfachen Eiweißstoffen schließen sich die Halogeneiweißstoffe, in welche Fluor, Chlor oder Jod eingetreten sind. Dazu gehört Thyreoglobulin in der Schilddrüse mit gegen 22 % Jod. Im Achsenskelet der Achtarmigen Korallen finden sich verschiedene Jod-, Brom- und Chloreiweißstoffe; ebenso ist Spongin (bei den Spongien) ein Jodeiweißstoff.

Die Proteïde sind aus einem oder mehreren Einfachen Eiweißstoffen und einem Nicht-Eiweißstoff zusammengesetzt. Dazu gehören folgende. Die Phosphorproteïde: Casein, der wichtigste Eiweißstoff in Milch, Vitellin im Hühnerei-Dotter, Ichthulin in Fischeiern. Die Nucleoproteïde, ebenfalls phosphorhaltig, aber in ihrer Zusammensetzung abweichend (Verbindungen von Nucleïnsäure und Eiweißstoffen), besonders in Zellkernen. Hämoglobin, das aus einem Eiweißstoff in Verbindung mit dem eisenhaltigen Hämatin besteht; in

Hämocyanin ist Cu statt Fe eingetreten. Die Glucoproteïde, die aus Eiweißstoffen und einem Kohlenhydrat bestehen: das Mucin, der Schleim um Froscheier und in Becherzellen; die ähnlichen Mucoide im Glaskörper, in Bindegewebe, Knochengewebe und Knorpel (im letzteren findet sich noch ein besonderes Glucoproteïd, die stark schwefelhaltige Chondroitinschwefelsäure).

Die Melanine, z. B. die dunklen Farbstoffe in den Haaren der Säugetiere, in der Tinte der Tintenfische usw., sind stickstoffhaltige Stoffe, die durch Verbrennung von Aminosäuren entstanden sind.

Die **Kohlenhydrate** sind stickstofffreie Verbindungen, die aus einer Anzahl C, H und O bestehen; von H sind doppelt so viele Atome wie von O vorhanden. Nach neueren Untersuchungen sind sie als Aldehyde oder Ketone mehratomiger Alkohole aufzufassen oder können durch Hydrolyse in solche gespalten werden. Während die Kohlenhydrate bei den Pflanzen einen großen Teil des Körpers ausmachen, bilden sie einen weit geringeren Teil des Tierkörpers, in denen Eiweißstoffe überwiegen; Kohlenhydrate werden allerdings in großem Umfang von vielen Tieren aufgenommen, aber gewöhnlich verbrennt der größte Teil derselben bald wieder. Als bleibender Bestandteil des tierischen Körpers haben wir in erster Linie das Glycogen, aus der Gruppe der höheren Polysaccharide (mit hohem Molekulargewicht); aber daneben kommen, jedoch mehr als Durchgangsglieder (vergl. unten), auch niedere Zuckerarten im tierischen Körper vor. Von solchen an die Tiere geknüpften Zuckerarten nennen wir Traubenzucker und Milchzucker, das in Milch vorhanden ist. — Mit den Polysacchariden verwandt, aber stickstoffhaltig, ist Chitin, ein Aminopolysaccharid, das bei manchen Tieren eine große, wenn auch passive Rolle spielt (Arthropoden).

Die **Fette** sind stickstofffreie Stoffe, die in Aether löslich sind. Es sind Ester von Glycerin, Triglyceride, in denen alle drei Hydroxylgruppen durch Fettsäurereste (X) ersetzt sind: $C_3H_5(X)_3$. Die Fettsäuren können verschieden sein. — Auch die Lecithine sind in Aether löslich und auch sie sind Glycerin-Ester, aber von komplizierterer Zusammensetzung (sie enthalten Phosphor und Stickstoff). Die Lecithine sind im Tierkörper weit verbreitet, fast in allen Zellen vorhanden. — Den echten Fetten nahe verwandt sind auch die Wachs-Arten, die Fettsäure-Ester höherer monovalenter Alkohole sind, zu denen sie also in dem gleichen Verhältnis stehen, wie die Fette zum Glycerin. Hierzu gehören: Bienenwachs, von Schildläusen abgesondertes Wachs, Spermaceti (das aus einem Oel im Kopf des Pottwals auskrystallisiert), Lanolin (Hautfett der Säugetiere), Ester des monovalenten Alkohols Cholesterin; das Cholesterin ist ein in den tierischen Zellen weit verbreiteter Stoff, der teils frei, teils mit Fettsäuren verbunden vorkommt.

Wasser macht einen sehr bedeutenden Teil des Körpergewichts aus, im menschlichen Körper z. B. ca. 60 %, bei manchen Wassertieren noch weit mehr, bis einige 90 %.

Allgemein findet sich bei den Tieren eine Reihe **anorganischer Salze**, die sogen. Aschenbestandteile. Die Grundstoffe, um die es sich dabei besonders handelt, sind: Chlor, Jod, Fluor, Schwefel, Phosphor, Silicium, Kalium, Natrium, Lithium, Calcium, Magnesium, Eisen, Mangan.

Die im Körper vorhandenen Fermente werden später besprochen werden (S. 83).

Die Flüssigkeiten, die von den Drüsen des Tierkörpers abgesondert

werden, enthalten zahlreiche Stoffe, zum Teil dieselben, aus denen der Körper besteht: Eiweißstoffe, Fette, anorganische Salze, Wasser usw., aber daneben manche andere. Es ist mit anderen Worten eine lange Reihe von Stoffen, welche der Körper zu produzieren vermag durch Umbildung der Stoffe, aus denen er zusammengesetzt ist. Von anorganischen Stoffen in den Secreten können genannt werden: Salzsäure, Schwefelsäure, Ammoniak; von organischen: Glycocholsäure, Taurocholsäure (in der Galle), Hippursäure, Kreatinin, Harnsäure (im Harn), Harnstoff (Harn und Schweiß), verschiedene bereits oben angeführte Stoffe (Wachs, Melanine, Milchzucker) u. a.

Ein Teil der hier genannten Stoffe kann auch im Körper abgelagert angetroffen werden (vergl. den Abschnitt Excretionsorgane) oder vorübergehend in diesem vor der Ausscheidung auftreten.

2. Chemische Zusammensetzung der Nahrung.

Die Nahrung der Tiere sind, außer Wasser mit gewissen darin aufgelösten anorganischen Salzen, stets entweder andere Tiere oder Pflanzen, resp. Stoffe, die solchen entstammen. Soweit die Nahrung aus anderen Tieren besteht, entspricht also ihre chemische Zusammensetzung dem im vorhergehenden Paragraphen Angegebenen. Bezüglich der aus Pflanzenstoffen bestehenden Nahrung bemerken wir folgendes.

Die chemische Zusammensetzung der Pflanzen entspricht in großen Zügen derjenigen der Tiere. Sie bestehen, außer aus Wasser und anorganischen Stoffen, aus Eiweißstoffen, Kohlenhydraten und Fetten. Die Kohlenhydrate spielen aber eine weit größere Rolle, machen einen weit größeren Teil des Körpers aus als bei den Tieren. Von den bei den Pflanzen vorkommenden Kohlenhydraten ist besonders die Stärke hervorzuheben, die als konzentrisch gebaute mikroskopische Körnchen bei den meisten Pflanzen und in großer Menge auftritt; ferner die Cellulose, welche die Zellwände bildet; beide sind Polysaccharide. Auch andere Kohlenhydrate spielen eine große Rolle, namentlich Traubenzucker und Rohrzucker; ferner können genannt werden: Inulin, Gummiarten und Glycogen, das auch bei gewissen Pflanzen vorkommt (Schwämme).

3. Chemische Umsetzungen im Tierkörper.

a. Energieproduktion.

Die Energiemenge, die im Organismus zum Vorschein kommt, entstammt der chemischen Energie in den Stoffen, aus denen der Körper zusammengesetzt ist, und sie entsteht in der Weise, daß aus stark energiegeladenen Stoffen andere von geringerer chemischer Energie gebildet werden, wobei somit Energie frei wird. Die betreffenden chemischen Umsetzungen haben hauptsächlich den Charakter einer Oxydation, Verbrennung der Kohlenhydrate, Fette oder Eiweißstoffe.

Die Kohlenhydrate werden in der Weise umgesetzt, daß die Endprodukte CO_2 und H_2O sind; wahrscheinlich findet dies durch gewisse Zwischenstufen statt. Die dadurch freiwerdende Energiemenge macht für 1 g Zucker zirka 4 Calorien[1]) aus, und die zur Verbrennung

1) Die verschiedenen Energieformen (mechanische Energie, Wärmeenergie usw.) können bekanntlich die eine in die andere umgebildet werden, und als gemeinsame

notwendige Sauerstoffmenge ist ca. 1,2 g. In ähnlicher Weise verhalten sich auch die Fette, die ebenfalls schließlich zu OC_2 und H_2O oxydiert werden; die freiwerdende Energiemenge macht für 1 g Fett ca. 9 Calorien aus, und die völlige Verbrennung erheischt 3 g O.

Komplizierter liegen die Verhältnisse bei der Oxydation der Eiweißstoffe. Hier werden neben CO_2 und H_2O stickstoffhaltige Stoffe gebildet. Die von den Eiweißstoffen gelieferte Energiemenge macht für 1 g höchstens 4 Calorien aus, und es ist dazu 1,5 g O nötig.

Neben der Energieproduktion durch Oxydation kann bisweilen auch Energie in der Weise frei werden, daß die oben genannten Stoffe unter Wasseraufnahme in zwei Verbindungen mit zusammen geringerer Energiemenge gespalten werden — ohne daß freier Sauerstoff aufgenommen wird.

Vermittelst der Energieproduktion findet eine stetige Verringerung der gebundenen Energie des Körpers und gleichzeitig ein Stoffverlust statt, indem von den Stoffen, die entstehen, nur das Wasser weiter im Körper verwendet werden kann, während CO_2 stets und die neugebildeten stickstoffhaltigen Stoffe gewöhnlich den Körper verlassen.

Durch die Energieproduktion gehen neben Kohlenhydraten und Fettstoffen stets zugleich Eiweißstoffe zugrunde. Die verschiedenen Stoffe können sich zwar zu einem gewissen Grad gegenseitig ersetzen; aber Eiweißstoffe werden unter allen Umständen umgesetzt.

Die Energieproduktion ist stets teilweise eine Wärmeproduktion: wenn z. B. Muskelzellen sich kontrahieren, wenn also eine mechanische Arbeit geleistet wird, so wird eine weit größere Energiemenge produziert, als der mechanischen Arbeit entspricht, und von dieser Energie erscheint der größte Teil als Wärme, nur ein Bruchteil als mechanische Energie, die auch schließlich zu Wärme umgebildet wird, soweit sie nicht auf einen anderen Körper übergeführt wird; die mechanische Energie bei der Arbeit der Gliedmaßenmuskeln kann z. B. auf letzterem Wege den Körper verlassen, während die der Herzmuskelzellen in dem Körper bleibt und zu Wärme umgebildet wird. Aehnlich wie in den Muskeln findet auch bei der Drüsensecretion eine Erzeugung von Wärme statt; die Speicheldrüsen, auch die Leber produzieren recht viel Wärme. Die erzeugte Wärme ist in der Regel von untergeordneter Bedeutung für den tierischen Körper, und letzterer ist nicht imstande, dieselbe in andere Energieformen umzusetzen; die wirksame Energie des Körpers vertritt somit nur einen Bruchteil der durch die Verbrennung erzeugten Energiemenge, die größtenteils ungenützt den Körper verläßt.

b. Andere Formen von Stoffverlust.

Die Energieproduktion ist nicht die einzige Form, unter welcher die wirksame, lebende tierische Substanz als solche zugrunde geht. Große Stoffmengen gehen in der Erzeugung von Cuticulargebilden auf, die als tote Hüllen den Körper mancher Tiere umgeben. Tote Umbildungs-Produkte der lebenden Substanz sind auch die Horngebilde der Wirbel-

---

Einheit für Energie werwendet man die Energiemenge, die notwendig ist um 1 kg Wasser von 0° auf 1° C zu erwärmen und nennt dies eine Calorie (Kilogrammcalorie oder große Calorie; eine kleine Calorie oder Grammcalorie ist die Energiemenge, die zur Erwärmung von 1 g Wasser von 0° auf 1° C notwendig ist).

tiere. Beide werden gewechselt und erneuert und geben also wiederholt zu Stoffverbrauch Veranlassung. Durch manche Drüsenabsonderungen findet ebenfalls ein Stoffverlust statt, wenn auch nicht jedes Drüsensecret einen Stoffverlust repräsentiert, indem besonders die Drüsenabsonderungen des Darmkanals größtenteils wieder aufgesogen werden; es muß auch daran erinnert werden, daß ein Teil der Drüsenabsonderungen eine Excretion von Abfallstoffen repräsentiert, was schon im vorigen Paragraphen in Rechnung gezogen ist. Ein anderer Stoffverlust findet durch die Produktion von Eiern und Samen statt — ein oft sehr ansehnlicher Posten.

c. Ersatz des Stoffverlustes, Ernährung.

Es gibt Tiere, die keinen Ersatz für die erlittenen Stoffverluste erhalten; so verhält sich die zweigeschlechtliche Generation von Phylloxera und die Männchen der Rädertiere. Aber meistens erhalten die Tiere einen Ersatz, der häufig sogar einen Ueberschuß ergibt, durch Aufnahme von Stoffen von außerhalb, durch die Ernährung.

Für die Tiere ist es im Gegensatz zu den Pflanzen charakteristisch, daß der Ersatz für die verloren gegangenen Kohlenhydrate, Fette und Eiweißstoffe nur durch organisches Material, durch Stoffe, die dem Pflanzen- oder Tierreich entstammen, stattfinden kann, indem das Tier außerstande ist, aus den in der Natur vorkommenden anorganischen Stoffen die genannten Stoffe zu bilden.

Die Aufnahme der betreffenden organischen Stoffe findet bei manchen Protozoen einfach in der Weise statt, daß der Fremdkörper direkt in das Protoplasma aufgenommen wird. Aehnlich können auch Fremdkörper, wie bereits erwähnt, von den Darmepithelzellen mancher Metazoen direkt durch die Protoplasmabewegung der Zellen aufgenommen werden (Trematoden, Spongien u. a.).

In der Regel findet aber die Aufnahme erst statt, nachdem die Nahrung in eine flüssige Form gebracht ist; zum großen Teil sind die Nährstoffe gleichzeitig der Gegenstand einer wesentlichen chemischen Umbildung. Diese Auflösung und Umbildung der Nährstoffe, die man Verdauung nennt, findet im Darmkanal statt.

Bei der Verdauung spielen die sog. Enzyme oder Fermente eine bedeutsame Rolle. Die chemische Zusammensetzung derselben ist unbekannt; das Charakteristische an ihnen ist, daß sie gewisse Reaktionen veranlassen, ohne selbst dabei zugrunde zu gehen, so daß eine geringe Fermentmenge große Wirkungen veranlassen kann. Die Fermente des Darmkanals werden von dessen Drüsen abgesondert, und die Wirkung derselben auf die Nahrung ist durchweg hydrolytischer Art, d. h. die Stoffe der Nahrungsmittel werden unter Aufnahme von Wasser in zwei gespalten. Es finden sich 1) proteolytische Fermente, welche die Eiweißstoffe und verwandte Verbindungen spalten; 2) amylolytische Fermente, die auf die Kohlenhydrate einwirken; 3) lipolytische Fermente, die auf die Fette wirken. Durch die Wirkung der Fermente geraten die Stoffe in Lösung und können von der Darmwand aufgenommen werden.

Zu den proteolytischen Fermenten gehört Pepsin, das nur in einer sauren Flüssigkeit tätig ist, die bei den Säugetieren durch abgesonderte Salzsäure vertreten wird; andere, die tryptischen Fermente, wirken dagegen am besten bei alkalischer Reaktion. Die durch die

Spaltung gebildeten Stoffe sind schließlich (das gilt jedenfalls für die am genauesten untersuchten Fälle) wesentlich Aminosäuren, die von der Darmwand resorbiert werden.

Die amylolytischen Fermente wirken in der Weise, daß die Stärke zu löslichen Dextrinen umgebildet wird, diese weiter zu Disacchariden; auch das Glycogen wird zu Disacchariden umgebildet. Letztere werden weiter in Monosaccharide gespalten, die resorbiert werden.

Von den Kohlenhydraten wird die Cellulose, die so allgemein und in so großer Menge in der Nahrung vorhanden ist, gewöhnlich nicht von den tierischen Fermenten gespalten; bei gewissen Crustaceen und Schnecken hat man jedoch ein Ferment gefunden, das Cellulose löst. Bei den Wirbeltieren fehlt ein solches, häufig findet jedoch eine Lösung von Cellulose in deren Darmkanal statt durch Einwirkung dort vorhandener Bakterien, die dieses Vermögen besitzen. — Ganz einer Einwirkung tierischer Fermente unzugänglich ist das Chitin, das einen so großen Bruchteil vieler Tiere ausmacht, die in ausgedehntem Maße anderen als Nahrung dienen (Arthropoden); die chitinigen Teile gehen stets unverdaut mit den Faeces ab.

Die lipolytischen Fermente wirken derart, daß die Fette in Glycerin und Fettsäuren gespalten werden. Mit den im Darm vorhandenen Alkalien bilden die Fettsäuren lösliche Seifen, die aufgesogen werden. Die Frage nach der Fettresorption ist jedoch nicht definitiv erledigt.

Es sind die Epithelzellen des Darmes, welche die aufgelösten Nährstoffe aufnehmen. Man hat eine Zeit lang gemeint, die Oberfläche der Darmepithelzellen wirke als „semipermeable Membran“ und die Aufnahme sei ein rein „physischer“ Prozeß. Eine Reihe von Erfahrungen hat jedoch ergeben, daß das kaum der Fall sein kann; eine Aufnahme kann stattfinden unter Verhältnissen, unter denen semipermeable Membranen nichts aufnehmen würden. Wir müssen uns deshalb bis auf weiteres damit begnügen, festzustellen, daß die Darmepithelzellen das Vermögen besitzen, die im Darm aufgelösten Nahrungsstoffe aufzunehmen, ohne daß wir näher präzisieren können, wie die Aufnahme vor sich geht; es handelt sich mit anderen Worten um eine der vielen rätselhaften „vitalen“ Eigenschaften.

Die aufgenommenen Stoffe unterliegen teilweise bereits im Protoplasma des Darmepithels eingreifenden Veränderungen. Die Darmwand besitzt z. B. das Vermögen, aus den aufgenommenen Aminosäuren wieder Eiweißstoffe aufzubauen — wohl zu verstehen, nicht dasselbe Eiweiß, das im Darm gespalten wurde und welches einem anderen Organismus entstammte, sondern die eigenen, besonderen Eiweißarten; fremde Eiweißarten wirken, wenn sie ins Blut gebracht werden, als Gift und werden schnell durch die Nieren fortgeschafft. Ueberhaupt hat die spezielle chemische Beschaffenheit der Nahrung keinen größeren Einfluß auf die chemische Beschaffenheit des ernährten Tieres: die Nährstoffe werden gespalten, es bilden sich eventuell durch die Umbildungen der Spaltungsprodukte ähnliche Stoffe wie vorher, aber nicht dieselben, sondern im Gegenteil diejenigen, die für das betreffende Tier charakteristisch sind. Die aufgenommenen Fettseifen werden wieder zu Neutralfettstoffen, Zuckerarten werden zu Glycogen umgebildet. Sowohl das Fett wie das Glycogen kann entweder bald wieder durch die Verbrennung zugrunde gehen oder sie können an verschiedenen Stellen im Organismus als Reservematerial abgelagert werden.

d. Chemische Prozesse in den Geweben. Innere Secretion.

Die so vom Körper aufgenommenen Stoffe werden Bestandteile desselben und spielen in den komplizierten chemischen Prozessen mit, die im Körper stattfinden. Oftmals hat man einen Betriebsstoffwechsel und einen Baustoffwechsel auseinander zu halten versucht, die jedoch eng zusammengehören und kaum getrennt werden können.

Die Stoffe des Körpers sind einer beständigen Umänderung unterworfen; es gehen ohne Aufhören chemische Prozesse in ihnen vor sich: Spaltungen in einfachere und Bildung von komplizierteren Verbindungen. Dies geschieht durch die früher erwähnte Verbrennung in allen lebenden Geweben, durch Umbildung der dadurch entstandenen Spaltungsprodukte, durch die Bildung der Ersatzstoffe zum Ausgleich der somit stattgehabten Verluste, durch Neubildung von Geweben, durch Drüsensecretion, durch Absonderung von Cuticulargebilden. usw.

Selbst in Teilen des Organismus, die scheinbar fertig gebildet sind und von denen man bei ihrer mehr passiven Bedeutung im Körper nicht glauben sollte, daß sie einer wesentlichen Veränderung unterworfen wären, selbst in solchen finden beständige Aenderungen statt: man kann z. B. nachweisen, daß kleine Teile der Knochen in erwachsenen Tieren durch Einwirkung gewisser Zellen „resorbiert“, aufgelöst werden; an den Stellen, wo die Knochenmasse in solcher Weise abgetragen wird, kann später wieder Knochenmasse abgelagert werden. Häufig finden Stoffwanderungen von einem Teil des Körpers zum anderen statt, von einer Körperstelle, wo der Stoff entbehrlich ist, zu einer anderen, wo dafür Gebrauch ist.

Die Prozesse im Tierkörper, die so stattfinden, sind größtenteils für die unmittelbare Betrachtung wenig augenfällig. Aber bisweilen kann man einen unmittelbaren Eindruck von der Umsetzung erhalten. Ein paar Beispiele mögen dies erläutern.

Wenn der Lachs ins Süßwasser geht, um sich fortzupflanzen, so sind die Geschlechtsorgane nur noch wenig entwickelt. Dagegen sind die großen Muskelmassen längs der Körperseiten mächtig ausgebildet und sehr kräftig, der großen Arbeit entsprechend, die sie während der Wanderung gegen den Strom ausführen. Während dieser ganzen Wanderung und während des ganzen Aufenthalts im Süßwasser, 6—12 Monate, nimmt der Lachs keine Nahrung auf, und gleichzeitig wachsen die Geschlechtsorgane außerordentlich. Das Material dazu wird von den genannten Muskeln geliefert, die allmählich schwinden, bei den Weibchen ungefähr auf die Hälfte, so daß der Lachs sich zuletzt nicht mehr ähnlich sieht, und gleichzeitig verringert sich der Eiweiß-Gehalt in den Resten der Muskeln bedeutend. Es findet somit eine Stoffwanderung statt von den Muskeln zu den Geschlechtsorganen. Es sind aber nicht dieselben Stoffe, die sich an beiden Stellen finden. In den Hoden findet sich z. B. ein Protamin, Salmin, das nicht in den Muskeln vorhanden ist, deren Eiweißstoffe sich somit einer umfassenden Umbildung haben unterziehen müssen. — Noch weit umfassender sind die chemischen Umsetzungen bei der Metamorphose z. B. vieler Amphibien und Insecten. Während die betreffenden Tiere einen Hungerzustand durchmachen, findet eine Auflösung großer Teile des Körpers statt; die gelösten Stoffe wandern zu den wachsenden Teilen. usw.

Aber ganz von diesen mehr als Ausnahme anzusehenden Fällen abgesehen, finden ständig ausgedehnte chemische Umsetzungen in jedem Tierkörper statt. Wie zusammengesetzt und wichtig diese Prozesse

sind, zeigt sich vielleicht am deutlichsten an dem, was man unter dem Namen „innere Secretion“ zusammengefaßt hat. Bei fast allen Wirbeltieren findet sich eine Anzahl Organe: Nebennieren, Schilddrüse u. a. (vergl. den Abschnitt Wirbeltiere), die aus Zellengruppen von verschiedener Anordnung bestehen (durch Bindegewebe zusammengehalten), in denen gewisse Stoffe, sog. Hormone, gebildet werden — verschiedene in den verschiedenen Organen —, die mit dem Blutstrom in den Körper geführt werden und für die normale Tätigkeit des Körpers unentbehrlich sind. Beispielsweise sei erwähnt, daß in der Schilddrüse der Säugetiere ein Stoff, Jodothyreoglobulin, gebildet wird, der auf die Stickstoffumsetzung und die Fettverbrennung fördernd wirkt; wird die Schilddrüse entfernt, so daß dieser Stoff nicht mehr produziert werden kann, so ist die Folge eine Reihe von Stoffwechselstörungen, das Individuum bleibt im Wachstum zurück und wird auch in manchen anderen Beziehungen reduziert; bei einer künstlichen Zufuhr des Stoffes kann das Tier sich wieder erholen. Für mehrere andere von diesen Organen einer inneren Secretion gilt es, daß das Tier sehr schnell abstirbt, wenn sie entfernt werden.

Es sei an dieser Stelle auch der sog. Vitamine gedacht, deren Wirkung an die der Hormone erinnert. Es handelt sich dabei um Stoffe von unbekannter Zusammensetzung, die in geringen Mengen in manchen Nährstoffen vorhanden sind und deren Nichtvorhandensein dem ernährten Tier verhängnisvoll wird. In Reis ist ein Vitamin in den äußersten Teilen der Körner und damit auch in der Kleie vorhanden, dagegen nicht in den Reiskörnern, deren Schale entfernt ist (polierter Reis); ein alkoholisches Extrakt der Reisschalen kann gegen die durch den Genuß polierten Reises verursachten Krankheitszustände schützen, enthält also das Vitamin, das aber bereits durch Erhitzung bis zu 120° zerstört wird. Vitamine sind weit verbreitet: in Milch, Eidotter, Fleisch (wird durch Kochen ausgezogen), grünen Pflanzen, Früchten, Kartoffeln.

4. Die allgemeinen Lebensbedingungen.

Das Leben der Tiere ist von mannigfachen äußeren und inneren Bedingungen abhängig, die sich teilweise sehr verschieden bei verschiedenen Tierformen stellen.

a. Wärme.

Für alle Tiere gilt es, daß die Lebenstätigkeiten nur regulär verlaufen können, wenn der Körper innerhalb gewisser Grenzen eine gewisse Temperatur besitzt. Wenn diese sinkt, tritt zuerst eine Verringerung der Tätigkeit ein, schließlich hört sie ganz auf, oft tritt der Tod ein. Die Prozesse im Tierkörper bieten insofern eine gewisse Aehnlichkeit mit den chemischen Reaktionen dar, als diese ebenfalls sehr von der Temperatur abhängig sind, so daß sie bei steigender Temperatur schneller verlaufen, was ähnlich bis zu einem gewissen Grad auch von den Prozessen im Tierkörper gilt. Aber nur innerhalb sehr enger Grenzen ist eine Erhöhung des Wärmegrades den Lebensprozessen förderlich, indem sie sehr bald auf die betreffenden Stoffe schädigend wirkt oder sie völlig zerstört.

Die nötige Wärme wird fast ausschließlich von der Umgebung geliefert, indem die eigene Wärmeproduktion der meisten Tiere zu gering

ist und die erzeugte Wärme schnell wieder verloren geht. Nur die sog. „Warmblüter“, Vögel und Säugetiere, haben eine so bedeutende Wärmeproduktion und sind mittels der Haare und Federn usw. imstande, die Wärme besser zurückzuhalten, so daß sie ihre Körpertemperatur auf einer einigermaßen konstanten Höhe zu erhalten vermögen, die bedeutend höher als die der umgebenden Luft sein kann.

Die meisten Kaltblüter halten ein bedeutendes Sinken der Körpertemperatur gut aus; solange die Körperflüssigkeiten nicht gefrieren, bleibt das Tier in der Regel am Leben, ja bei manchen Tieren kann die Körperwärme mehrere Grad unter den Nullpunkt sinken, ohne daß das Wasser in den Geweben gefriert. Nicht wenige Tiere sind sogar imstande, nachdem sie durch und durch zu Eis gefroren waren, wieder aufzuleben. In eingetrocknetem Zustande können gewisse Tiere ein Sinken der Temperatur um viele Grad unter den Nullpunkt vertragen; man hat z. B. kleine eingetrocknete Rundwürmer einer Temperatur von ÷ 19° ausgesetzt, und nachher lebten sie wieder auf. — Auch die Warmblüter können eine nicht unerhebliche Erniedrigung der Körperwärme vertragen; aber schon lange bevor diese auf den Gefrierpunkt gesunken ist, stirbt das Tier (das Kaninchen, dessen Körperwärme normal 31—32° C ist, stirbt, wenn dieselbe auf 15° sinkt). Nur die Winterschläfer machen hiervon eine Ausnahme; bei ihnen kann die Körperwärme bis auf wenige Grad über dem Gefrierpunkt sinken, ohne daß das Leben gefährdet wird.

Sehr häufig besitzen die äußeren Körperschichten der Tiere eine derartige Beschaffenheit, daß sie die inneren Teile gegen die Kälte mehr oder weniger schützen: Haarkleid mancher Säugetiere, Federkleid der Vögel, Fettschicht der Seehunde und Wale etc. Um der Winterkälte zu entgehen, begeben sich viele in der Erde lebende Tiere tiefer in diese hinab (Regenwurm, Maikäferlarve) oder — wenn es sich um Wasserbewohner handelt — auf den eisfreien Grund der Gewässer, resp. in den Schlamm hinein.

Noch weniger als eine Erniedrigung der Temperatur können die Warmblüter eine Erhöhung der Körperwärme aushalten. Schon wenn letztere wenige Grade über das Normale steigt, sterben sie ab. Bei dem Umstande, daß das Protoplasma der meisten Tiere bei 40—50° C gerinnt, versteht es sich von selbst, daß die Tiere im allgemeinen keine höheren Wärmegrade als die genannten ertragen können; einige Tiere halten aber Wärmegrade bis zu 60° aus, und in eingetrocknetem Zustand können gewisse Tiere noch bedeutend mehr ertragen.

b. Licht.

Während das Licht für die grünen Pflanzen eine wichtige Lebensbedingung ist — sie sind bekanntlich imstande, Lichtenergie in chemische Energie umzuwandeln —, ist es für die Tiere nicht dargetan, daß das Licht eine eigentliche Lebensbedingung für den Tierkörper bildet. Viele Tierformen leben an Stellen, wo das Licht ganz ausgeschlossen ist, in Höhlen oder in großen Meerestiefen — was jedoch natürlich an und für sich nicht beweist, daß nicht für andere das Licht von Bedeutung sein kann. Von Interesse für die Beurteilung ist jedoch die Erfahrung, daß gewisse Tiere, die normal am Licht leben, viele Jahre hindurch an Stellen, wo das Licht ausgeschlossen ist, leben können, ohne dadurch geschädigt zu werden (Pferde in Bergwerken).

Etwas anderes ist es, daß das Licht eine gewisse Wirkung auf den Tierkörper haben kann; es wirkt auf die Sehorgane ein, kann eine verstärkte Pigmentbildung in der tierischen Haut erzeugen. Starke Lichtwirkungen können z. B. auf die Haut oder auf das Hornhautepithel schädigend wirken; aber auch Heilwirkungen können durch Einwirkung von Licht erreicht werden.

c. Wasser.

Das Wasser macht einen großen Teil — gewöhnlich mehr als die Hälfte — des Tierkörpers aus und spielt überhaupt eine große Rolle in demselben. Die Landtiere verlieren große Wassermengen in Gasform durch die weiche Hautoberfläche (Schnecken z. B.), mit der wasserhaltigen Atemluft und durch die Schweißabsonderung (Säugetiere); mit dem Harn, den Excrementen etc. geht ebenfalls in größerer oder geringerer Menge Wasser aus dem Körper. Bei den Landtieren ist der Wasserverlust nach den wechselnden äußeren Verhältnissen verschieden (Kälte, Wärme).

Die Aufnahme von Wasser findet teils durch den Darmkanal, teils bei manchen Tieren durch die Körperoberfläche statt. Einige Tiere leben unter Verhältnissen, die mit einer hinlänglichen Wasseraufnahme scheinbar unvereinbar sind; das gilt besonders von Insectenlarven, (gewisse Holzkäferlarven, Bohrkäferlarven), die in und von trockenem Holz leben, das zwar stets etwas Wasser enthält, aber so wenig, daß man durch Analyse gewisser dieser Larven zu dem Resultat gelangt ist, daß im Körper der Larve mehr Wasser enthalten war als in der ganzen Nahrung, die sie allmählich aufgenommen hatten, und man muß sich deshalb denken, daß die Differenz mittels der Verbrennung der aufgenommenen Kohlenhydrate etc. geliefert wird.

Nicht wenige Tiere vertragen einen mäßigen Wasserverlust, ohne dadurch belästigt zu werden; das gilt z. B. für die Schnecken, die es vertragen können, durch die Haut recht viel Wasser zu verlieren. Aber ein größerer Wasserverlust, ein wirkliches Austrocknen des Tieres führt in der Regel den Tod herbei. Es gibt jedoch eine kleinere Anzahl Tiere, die das Vermögen besitzen, ein Austrocknen zu überleben: das ist z. B. bei dem Weizenälchen (*Tylenchus tritici*) der Fall, welches sehr lange in stark eingetrocknetem, eingeschrumpftem Zustande liegen uud später wieder aufleben kann, wenn es ins Wasser gebracht wird und dieses in seine Gewebe aufsaugt; dasselbe gilt auch von manchen anderen kleinen Rundwürmern, von den in der Erde oder an Pflanzen (Moosen) lebenden Rotatorien und den Tardigraden; auch gewisse Copepoden (*Cyclops*) können im Schlamm eintrocknen und wieder aufleben. In dem eingetrockneten Zustand können diese Tiere mehrere Jahre liegen, ohne zu sterben.

Mit dem genannten wirklichen Eintrocknen des Tieres nicht zu verwechseln ist die Einkapselung, die bei gewissen Tierformen gefunden wird und in manchen Fällen die Bedeutung hat, daß sie dadurch einem verhängnisvollen Eintrocknen entgehen; das sie sonst treffen würde, wenn die Umgebungen, z. B. die Wasserlachen, in denen sie leben, austrocknen; die Einkapselung kann aber auch eine andere Bedeutung haben (siehe die Protozoen). Eine Einkapselung findet man bei manchen Protozoen, sie ist aber auch bei Metazoen nicht unbekannt; es gibt z. B. Oligochäten, die unter gewissen Umständen sich zusammenrollen und mit einer geschlossenen Kapsel umgeben; nicht wenige Nematoden kapseln

sich in der Weise ein, daß ihre Cuticula sich loslöst und als eine Kapse um den Körper liegen bleibt.

d. Nahrung.

Für die Tiere ist im allgemeinen die Zufuhr von Nahrung eine Lebensbedingung. Im Eizustande bekommen sie für gewöhnlich keine Nahrung, und einige Individuen nehmen überhaupt ihr ganzes Leben hindurch, wie oben (S. 83) erwähnt, keine Nahrung auf. Solches kann natürlich nur mit einigen Exemplaren einer Art der Fall sein, eventuell mit einzelnen Generationen, während andere Exemplare, resp. Generationen, sich in gewohnter Weise verhalten.

Die Nahrung wird von verschiedenen Tieren in sehr verschiedenen Zeitabständen aufgenommen; einige nehmen fast ununterbrochen resp. mehr- oder vielmals täglich Nahrung zu sich, andere nur mit langen Zwischenräumen (Tage, Wochen, Monate). Das Vermögen, eine Zeitlang Nahrung zu entbehren, hungern zu können, ist sehr verschieden. Während einige Tiere kaum einen einzigen Tag ohne Nahrung leben können, sind andere imstande, kürzere oder längere Zeit ohne Schaden zu hungern. Frösche, Schlangen und manche andere können monatelang, ja bis mehrere Jahre [1]) ohne Nahrung leben. Manchmal können die Tiere sehr lange aushalten, wenn sie mit Wasser versehen, dagegen von aller anderen Nahrung abgeschnitten sind, während sie schnell sterben, wenn sie auch kein Wasser aufzunehmen Gelegenheit haben. — Manche Tiere hungern regelmäßig einen größeren oder kleineren Teil ihres Lebens, namentlich sind die Ruheperioden, welche so viele durchmachen, zugleich Hungerperioden. Einige Fische (Lachsfische) nehmen vor und während der Fortpflanzungszeit monatelang keine Nahrung zu sich, und ähnliche Verhältnisse kennt man auch bei gewissen anderen Tieren. Manche Insecten können sogar im ausgebildeten Zustande (der bei ihnen ebenfalls eine Fortpflanzungsperiode ist) wegen des rudimentären Zustandes der Mundteile keine Nahrung zu sich nehmen. Während der Hungerperioden verliert natürlich der Körper an Gewicht, indem die Verbrennung ständig weitergeht. Nicht selten werden, wenn eine Hungerzeit sich nähert, größere oder kleinere Fettmassen im Körper abgelagert, die dann während der Hungerperiode verbraucht werden (Bär vor dem Winterschlaf; Insectenlarven vor der Verpuppung). Bei langwährendem Hungern kann der ganze Körper sich sehr verkleinern, viele Zellen absterben oder degenerieren, ja ganze Organe — bei hungernden Planarien z. B. Augen und Begattungsorgane etc. — zerfallen, während andere sich mehr unverändert erhalten.

e. Sauerstoff.

Zu den Lebensbedingungen gehört auch, nach dem was vorhin auseinandergesetzt ist, selbstverständlich Sauerstoff. Viele Tiere müssen ununterbrochen Sauerstoff aufnehmen, können ihn nur ganz kurze Zeit entbehren, andere können dagegen tagelang in sauerstofffreier Umgebung leben, wie es für Infusionstierchen und verschiedene Rundwürmer nachgewiesen wurde. Aber auf die Dauer ist Sauerstoff jedem Tier unentbehrlich.

---

1) Ein Python lebte ungefähr 2½ Jahre, ohne Nahrung zu sich zu nehmen; sein Gewicht war dabei von 75 bis auf 27 kg heruntergegangen.

5. Reize, Irritabilität.

Bei der Darstellung der Amöbe wurde bereits (S. 1—2) darauf hingewiesen, daß sie Irritabilität besitzt, d. h. daß sie auf einen Reiz, auf eine Aenderung der Umgebung, durch Einziehen der Pseudopodien oder in anderer Weise reagiert. Charakteristisch ist dabei, daß ein schwacher Reiz eine sehr große Energieentfaltung veranlassen kann.

Diese Eigenschaft ist bei den einzelligen Tieren, den Protozoen, allgemein vorhanden. Der Reiz, um den es sich handelt, ist von verschiedener Art. Ein chemischer Reiz hat bei Protozoen, die Pseudopodien besitzen, gewöhnlich die Wirkung, daß die Pseudopodien zurückgezogen werden; dünne Salzsäurelösungen haben dieselbe Wirkung; auch Kohlensäure. Verschiedene Lösungen (Säuren, Salze) wirken auf die Infusionstierchen so, daß die Bewegungsgeschwindigkeit der Wimperhaare erhöht wird. Auf die Muskelfiber im Stiel der Vorticellen haben dieselben Stoffe die Wirkung, daß sie sich plötzlich zusammenzieht. Exemplare von Noctiluca wurden dadurch, daß man einige Tropfen destilliertes Wasser dem Meereswasser, in dem sie waren, zugefügt hat, zum Leuchten veranlaßt, während sie vorher nicht leuchteten. Andere Stoffe haben die entgegengesetzte Wirkung: sie wirken lähmend, bringen z. B. die Wimperbewegung zum Stillstand. Zu den chemischen Reizwirkungen gehört auch die sog. Chemotaxis, die darin besteht, daß die gereizten Organismen sich entweder in der Richtung gegen die Reizquelle hin bewegen oder umgekehrt: positive oder negative Chemotaxis. Gewisse Infusionstierchen besitzen z. B. positive Chemotaxis Sauerstoff gegenüber, so daß sie sich um eine Luftblase sammeln, die sich mit den Tierchen zusammen unter einem Deckgläschen befindet, während sie sich negativ chemotactisch einer Kochsalzlösung gegenüber verhalten. Wenn Amöben oder andere Protozoen einen Fremdkörper umfließen, so beruht dies wahrscheinlich ebenfalls häufig auf einer chemotactischen Wirkung.

Ein mechanischer Reiz, z. B. eine Erschütterung, ein Stoß, hat ähnliche Wirkungen; die leuchtenden Meeresprotozoen leuchten auf, wenn das Wasser, worin sie sich befinden, bewegt wird; Wimperbewegung, Pseudopodienbewegung werden ähnlich durch mechanische Reize erregt. Eine große Rolle spielen die Temperaturreize; bis zu einem gewissen Grad wird die Protoplasmabewegung der Amöbe bei steigender Temperatur lebhafter, ebenso die Wimperbewegung der Infusionstierchen. Eine abnehmende Temperatur setzt allgemein die genannten Bewegungen herab — kennt man auch Fälle, in denen eine Abkühlung eine Verstärkung der Wimperung herbeiführt. Sehr hohe und sehr niedrige Temperaturen wirken beide lähmend. Das Licht kann ebenfalls eine Reizwirkung haben; gewisse amöbenartige Geschöpfe (Pelomyxa), die im Dunkeln eine längliche Form haben und langsam dahingleiten, nehmen eine kugelige Gestalt an, wenn sie plötzlich beleuchtet werden; gleichzeitig sistiert die Bewegung. Für gewisse Protozoen hat man eine negative Phototaxis (vgl. die Chemotaxis) gefunden: wenn das Wasser, in dem sie sich bewegen, teilweise beschattet wird, so eilen sie in den abgedunkelten Teil hinein. Elektrische Reize haben ähnliche Wirkungen wie chemische. Man spricht auch von einer Galvanotaxis: gewisse Infusionstierchen begeben sich, wenn das Wasser,

in dem sie sich befinden, von einem konstanten Strom durchlaufen wird spornstreichs nach der Kathode.

Aehnlich wie die Protozoen verhalten sich auch die Zellen der Metazoen einem Reiz gegenüber. Die Muskelfasern des Frosches können z. B. chemisch gereizt werden; frische Muskelfasern eines Säugetieres können durch einen Stoß mechanisch gereizt werden, so daß sie sich kontrahieren. Das Wimperepithel an der abpräparierten Gaumenhaut des Frosches kann durch eine Temperaturerhöhung zu lebhafterer Tätigkeit veranlaßt werden. Eine Chemotaxis hat man ebenfalls beobachtet: Leucocyten sammeln sich um in den Körper eingedrungene Bacterien, ohne Zweifel infolge eines Reizes durch von den Bacterien ausgeschiedene Stoffe, und nehmen sie in ihr Protoplasma auf. Bei der Metamorphose der Insecten findet eine ähnliche Einwirkung von den in Zerfall befindlichen Geweben auf die Leucocyten statt: sie ziehen die Leucocyten an und werden in diese aufgenommen.

In großer Ausdehnung üben bei den Metazoen die Zellen einen Reiz aufeinander. Die Sinnesorgane, das Nervensystem und die Muskeln bilden eine Zellenkette, deren erstes Glied (im Sinnesorgan) Reize von außerhalb empfangen und dieselben zu dem nächsten Glied (den Nervenzellen) abgeben, welche sie wieder weiter gehen lassen (vergl. Fig. 21, S. 16). Der erste Reiz bewirkt offenbar gewisse Aenderungen im Protoplasma der empfangenden Zellen, wohl in der Regel von chemischer Art; die so geänderten Zellen wirken wieder auf das nächste Glied der Kette, die Nervenzellen, mit denen sie in Kontakt stehen; diese wirken wieder auf das nächste Glied, etwa wieder Nervenzellen, und diese wieder auf die Muskelzellen, mit denen sie in Kontakt stehen; die Endwirkung, die Kontraktion der Muskelzellen, ist somit eine ganz andere als die erste Einwirkung im Sinnesorgan.

In den Sinnesorganen ist eine Arbeitsteilung eingetreten, so daß auf gewisse von ihnen nur das Licht, auf andere nur Schallwellen usw. einwirken. Vergl. im übrigen den Abschnitt Sinnesorgane S. 24 ff.

6. Statik und Mechanik des Tierkörpers.

Der tierische Körper ist aus verschiedenen Materialien, weicheren und festeren, aufgebaut, die zusammen ein Ganzes von größerer oder geringerer Festigkeit bilden. Die Prinzipien, die man im Aufbau des Körpers ausgedrückt findet, entsprechen sehr genau dem, was sich in menschlichen Bauwerken und Geräten geltend macht.

Sehr deutlich tritt dies bei dem Aufbau aller Skelet- und anderer fester Teile des Tierkörpers hervor. Ein Hauptpunkt in der Konstruktion von Gebäuden und Geräten ist, daß eine möglichst bedeutende Stärke mittels einer möglichst geringen Stoffmenge erreicht wird; dieselbe Stoffmenge läßt sich durch verschiedene Ausgestaltung zu Gebilden von äußerst verschiedener Stärke ausbilden; dieselbe Stärke läßt sich mittels einer sehr verschiedenen Stoffmenge erzielen. Die Durchführung dieses Prinzips führt nicht nur zu Stoffersparnis, sondern auch zu einer relativen Leichtigkeit des betreffenden Gegenstandes. Betrachten wir einige Beispiele. Ein massiver Zylinder von 80 Durchmesser (Fig. 75, 1) kann, sagen wir als Säule, ein Gewicht von 10 tragen; dieselbe Masse zu einem Rohr von 100 Durchmesser, mit einer Lichtung

von 60 umgebildet (2) hat eine Tragkraft von 17; dieselbe Masse zu einem System von 10 ineinander geschachtelten äquidistanten Röhren umgebildet, von 200 Durchmesser (3), hat eine Tragkraft von 31 (H. v. Meyer). Wenn ein plattes Blatt Papier, das in allen Richtungen sehr biegsam ist, zu einem Gewölbe zusammengebogen wird, leistet es einen

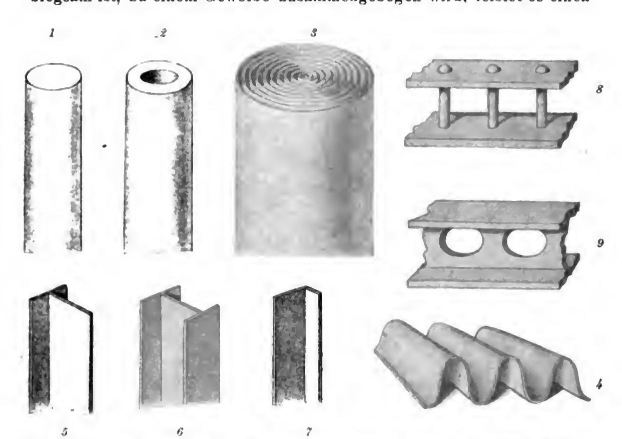


Fig. 75. Verschiedene im Text erwähnte technische Bauelemente. Siehe den Text S. 91/92.

bedeutenden Widerstand gegen eine Verbiegung, namentlich in einer bestimmten Richtung. Eine Wiederholung dieses Prinzips liegt im Wellenpapier vor (4); wenn dieses auf beiden Seiten mit einem Papierblatt überkleidet wird, so erreicht man eine im Verhältnis zum Gewicht bedeutende Steifigkeit in allen Richtungen. Häufig ist eine dicke, starke Wand derart konstruiert, daß sie aus zwei dünnen parallelen Platten zusammengesetzt ist, die durch Bolzen (8) oder mittels niedriger Querplatten (9) verbunden sind (Wandungen von Schiffen) usw. Eisenbänder von ziemlich geringer Steifigkeit können sehr steif werden, wenn sie mit einer umgebogenen Kante **L** (7), oder als **T**- resp. **I**-Eisen (5—6), ausgebildet werden und so eine im Verhältnis zu ihrer Masse bedeutende Tragkraft erreichen. Jede Anbringung von Rippen hat eine versteifende Wirkung. Platten können ohne wesentliche Verringerung der Stärke durchlöchert sein. Säulen können aus zahlreichen, miteinander verbundenen dünnen Stangen gebaut sein, die zahlreiche leere Räume zwischen sich zurücklassen.

Entsprechende Verhältnisse findet man in den festen Gebilden, Skelet etc., im Tierkörper. Hohlzylinder sind z. B. die Stacheln der Säugetiere, die langen Knochen der Vögel und Säugetiere (Mittelstück), die Hautskeletstücke in den Beinen der Crustaceen usw. An den

Enden der langen Knochen der Säugetiere etc. ist ein System ausgearbeitet, das dem oben erwähnten, aus 10 ineinander geschachtelten Zylindern entspricht: innerhalb einer dünnen, äußersten Röhre liegen

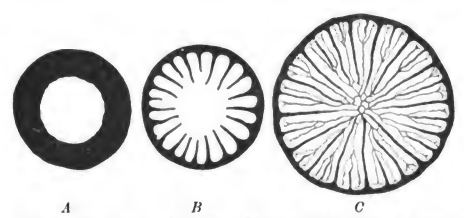


Fig. 76. Querschnitte drei verschiedener Säugetier-Stacheln. *A* von *Echidna*, einfache dickwandige Röhre. *B* vom Igel: das dünnwandigere Rohr ist durch radiäre Längsplatten versteift. *C* von *Hystrix*: das Rohr noch dünnwandiger, die radiären Längsplatten begegnen sich teilweise in der Mitte. In allen drei Fällen ist der Hohlraum durch ein loses „Mark" ausgefüllt. — Orig.

Schichten von durchbrochenen Blättern oder zahlreiche nebeneinander gelagerte dünne Röhren, die zusammen den Raum ausfüllen und eine bedeutende Tragkraft besitzen. — Gewölbebildungen sind sehr häufig: Schädelgewölbe, Flügeldecken der Käfer, Schild des Hummers; das äußere Ohr eines Säugetieres hat trotz der relativen Weichheit des Materials eine bedeutende Steifigkeit allein dadurch, daß es gewölbeartig zusammengebogen ist; die Krallen der Wirbeltiere stellen ebenfalls Gewölbe dar und sind um so stärker, je stärker die Krallenplatte gewölbt ist. Das äußere Ohr des Menschen ist nach dem Prinzip der Wellpappe gefaltet. — Plattengebilde, die aus zwei oder mehr dünnen parallelen Platten zusammengesetzt sind, die durch Querplättchen oder Querbälkchen verbunden sind, haben wir z. B. im Brustbein vieler Vögel (Fig. 77, 2), im Schädelgewölbe verschiedener Eulen (1), in der Sepia-Schale, die aus einer Unmenge dünner Plättchen zusammengesetzt ist, die durch zahllose kurze Querpfeiler verbunden sind. Die Knochen der Knochenfische (Fig. 77, 3—4) sind sehr allgemein aus dünnen Platten zusammengesetzt, die durch Querplatten zusammengehalten und gestützt werden. — Dem T-Eisenprinzip entspricht die Clavicula gewisser Knochenfische (Fig. 77, 6): dünner länglicher Knochen mit sehr starkem hervortretenden Längskamm; ähnlich auch das Schulterblatt der Säugetiere. — Von spezielleren Beispielen führen wir noch folgende an: Der Wirbelkörper mancher Knochenfische (Fig. 78, Fig. 77, 9) ist aus zwei Hohlkegeln zusammengesetzt, die mit ihren Spitzen zusammenhängen; von der Oberfläche des einen Kegels zum anderen erstrecken sich eine Anzahl longitudinaler Platten, welche die Kegel zusammenhalten und wieder selbst durch Querplatten abgesteift werden. Das Oberschenkelbein des Menschen (Fig. 79) ist an seinem tragenden oberen Ende derart gebogen, daß es einem Kran ähnlich ist; es hat sich ergeben, daß die Knochenbälkchen, die dasselbe erfüllen, derartig angeordnet sind, daß sie, wie die graphische Statik mathematisch nachweisen kann, den Druck- und Zuglinien eines Krans von ähnlicher Form

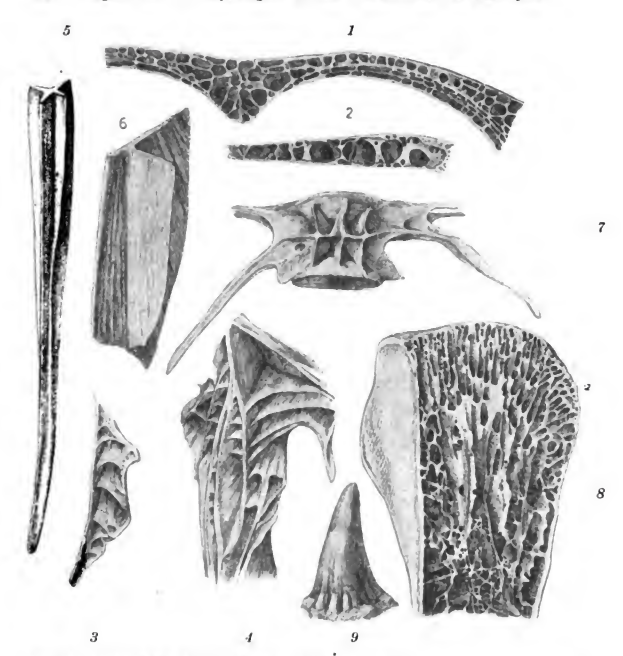


Fig. 77. Verschiedene Knochenstrukturen. — Orig.

1. Obere Schädelwand einer Eule, Gewölbe aus mehreren dünnen Platten mit niedrigen Knochenplättchen dazwischen zusammengesetzt.

2. Querschnitt des Brustbeins eines Pelikans (zwei dünne Platten mit Stützpfeilern dazwischen).

3. Querfortsatz eines Dorsch-Wirbels, aus dünnen Platten zusammengesetzt.

4. Stück des unteren Bogens eines Schwanzwirbels vom Steinbutt, ebenso.

5. Flossenträger desselben, oberes Ende abgeschnitten; Verstärkung durch Längskämme.

6. Stück des Schlüsselbeins eines Heilbutts; Verstärkung durch Längskamm.

7. Wirbel eines Meeraals, durch Platten abgesteift (vergl. Fig. 78).

8. Längsschnitt des oberen Endes des Femur eines afrikanischen Straußes; die Knochenblättchen stehen winkelrecht auf dem oberen Ende, mit Ausnahme von denen bei *a*, wo ein Muskel sich angeheftet hat (hier stehen sie winkelrecht auf der Anheftungsfläche).

9. Zahn von Anarrhichas mit Strebepfeilern unten.

und Belastung entsprechen. Das untere Ende der großen kegelförmigen Zähne des Seewolfs (Anarrhichas) ist mit „Strebepfeilern", ähnlich denen der gothischen Kirchen, ausgestattet (Fig. 77, 9).

Auch Gebilde im Tierkörper, in denen feste und weiche Teile zusammenwirken, bieten manchmal Analogien mit menschlichen Geräten dar: die Konstruktion des Fledermausflügels und der Rücken-

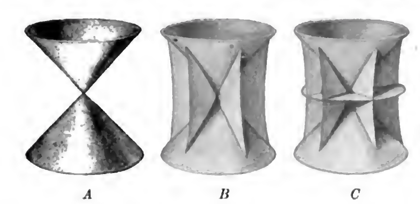


Fig. 78. Schema des Wirbelkörpers eines Knochenfisches. In *A* ist er der Stützplatten entkleidet, in *B* sind die longitudinalen, in *C* auch die transversalen Stützplatten dargestellt (vergl. Fig. 77, 7). — Orig.

flosse der Knochenfische, dünne weiche Platten, die von Spreizen gestützt sind und zusammengefaltet werden können, ist durchaus nach dem Regenschirmprinzip. Die Luftröhre der Wirbeltiere und die

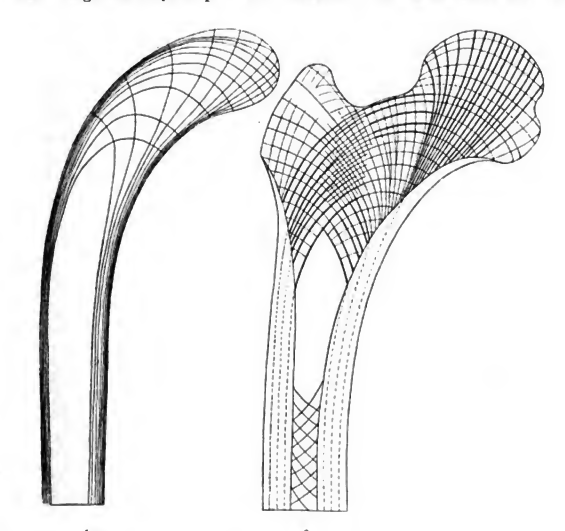


Fig. 79. *1.* Die Druck- und Zuglinien in einem Kran von ähnlicher Form und Belastung wie das Femur des Menschen. — *2.* Schema der Richtung der Knochenbälkchen im oberen Ende des Femurs des Menschen, wie sie an einem Längsschnitt erscheinen. — Nach Jul. Wolff.

Tracheen der Insecten sind biegsame, aber stets weit offen stehende Röhren, die aus einem festen Spiralfaden, resp. aus Knorpel- oder Knochenringen, mit weichem Gewebe dazwischen, aufgebaut sind — — ähnlich gewissen menschlichen Erzeugnissen.

Diejenigen Teile des Tierkörpers, die keine Skeletteile enthalten, können ebenfalls Verhältnisse von mechanischem Interesse darbieten. Das gilt z. B. für das Bindegewebe. Sehnen und Bänder bestehen aus fibrillärem Bindegewebe, das derart ausgebildet ist, daß alle Fibrillenbündel in derselben Richtung verlaufen. Die Fibrillenbündel sind durch die Eigenschaft ausgezeichnet, daß ihre Biegungsfestigkeit sehr gering, ihre Streckfestigkeit dagegen sehr groß ist. Durch die genannte Anordnung der Fibrillenbündel ist ein Organ von außerordentlicher Unnachgiebigkeit gegen Zug gebildet. In der Haut mancher Knochenfische (Fig. 80) ist die Lederhaut aus mehreren Schichten fibrillären Bindegewebes zusammengesetzt; in jeder

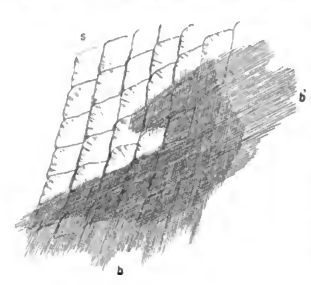


Fig. 80. Stück der Haut eines Tunfisches, von der Innenseite; links und oben ist die Lederhaut innerhalb der Schuppen entfernt. *b* und *b'* die sich kreuzenden Lagen von Fibrillenbündeln; beachte ihre Richtung im Verhältnis zu denen der Schuppenreihen. *s* Schuppe. — Orig.

Schicht sind die Fibrillenbündel in derselben Richtung angeordnet, in den angrenzenden Schichten aber in einer anderen, so daß die Bündel in zwei benachbarten Lagen sich stets unter bestimmten Winkeln kreuzen; es zeigt sich weiter, daß die Richtungen denen der Schuppenreihen entsprechen (die Schuppen sind in Reihen nach zwei sich kreuzenden Richtungen angeordnet, jede Schuppe ist ein Glied zweier sich kreuzenden Reihen), die so gegebene Anordnung von Schuppen und Fibrillenbündeln gibt eine wirksame Garantie für den Zusammenhang der Schuppenlage und der Haut während der Bewegungen des Fisches, ohne daß die Beweglichkeit aufgehoben wird. Die Lederhaut mancher Säugetiere hat einen ganz anderen Bau: das fibrilläre Bindegewebe besteht hier aus Fibrillenbündeln, die ähnlich wie die Fasern in Papier verfilzt sind.

Derart finden wir überall, wo die Forschung eindringt, eine innige funktionelle Anpassung der Struktur an die gegebenen Verhältnisse. Werden diese gestört, z. B. durch größere Beschädigungen, so sieht man den Organismus sich den neuen mechanischen Verhältnissen anpassen; nach Knochenbrüchen oder nach Gelenkverwachsungen kann die Knochenstruktur eventuell sich stark umbilden und später wesentlich abweichend gestalten.

Einen bedeutenden Einfluß auf die Statik des Körpers hat die absolute Größe desselben. Die statischen Verhältnisse eines großen Säugetieres z. B. sind wesentlich abweichend von denen eines kleinen. Das trifft in hervorragendem Grade für die Gliedmaßen zu, die den Körper tragen. Wenn ein Säugetierleib wächst, so daß er doppelte

Länge, Breite und Höhe erreicht, wächst seine Masse auf das 8-fache. Werden auch die Gliedmaßen gleichzeitig doppelt so lang, so ist es nicht genug, daß der Durchmesser, die Dicke der Gliedmaßen, der doppelte wird; zum Tragen des Körpers müssen sie bedeutend dicker oder die Knochen anderweitig verstärkt werden — entsprechend den Lehren der Statik für die Tragkraft von Stangen. Hierin liegt die Erklärung der Plumpheit der Gliedmaßen bei solchen Tieren wie dem Flußpferd oder dem Nashorn und der bedeutenden Stärke und des großen Gewichts ihrer Knochen — im Gegensatz zu den zierlichen und leicht gebauten Gliedmaßen und Gliedmaßenknochen bei solchen kleinen Säugetieren wie Mäusen u. a. Die Gewichtszunahme greift direkt umgestaltend in die relative Entwicklung des Leibes und der Gliedmaßen ein.

Es ist augenscheinlich, daß die statischen Verhältnisse der Wassertiere wesentlich andere sind als die der Landtiere, was schon daraus folgt, daß ein Körper, der völlig im Wasser untergetaucht ist, an Gewicht so viel verliert, wie die verdrängte Wassermasse wiegt; wenn sein spezifisches Gewicht dem des Wassers ungefähr gleichkommt, was für manche Tiere der Fall ist, wiegt es also nichts im Wasser. Während bei den Landtieren aus den soeben erörterten Ursachen eine recht enge Grenze für die Größe der Körpermaße gezogen werden muß, ist die Möglichkeit für eine enorme Körpergröße bei den Seetieren weit ausgedehnter; in der Tat sind die größten Tiere Wassertiere (Wale).

In hervorragendem Grade ist es für die Tiere charakteristisch, daß sie eine Ortsbewegung besitzen; selbst diejenigen Tiere, die als ausgebildete festsitzen, besitzen doch in einer Periode ihres Lebens das Vermögen, sich frei umherzubewegen, und die meisten Tiere besitzen dieses Vermögen das ganze Leben hindurch. Den meisten Formen von Ortsbewegung gemeinsam ist es, daß „Teile des Tierkörpers sich gegen einen äußeren Widerstand (einen festen, flüssigen, luftförmigen) bewegen, dessen Reaktion gegen die Bewegung den Körper fortschiebt“.

Die Bewegung im Wasser (nicht auf dem Boden) nennt man Schwimmen; diese Bezeichnung umfaßt jedoch mehrere sehr verschiedene Bewegungsformen. Einer von diesen begegnet man bei den Entenvögeln, die den Körper in oder auf dem Wasser vorwärts schieben dadurch, daß sie die ausgespreizte Fußfläche im Wasser nach hinten schlagen; wenn der Fuß wieder vorwärts geführt wird, ist er zusammengefaltet. In ähnlicher Weise schwimmt eine Garneele dadurch, daß sie mit den fünf vordersten Schwanzfußpaaren im Wasser nach hinten schlägt. Garneelen, Flußkrebs und andere Decapoden machen ihre Rücklingssprünge — auch eine Art Schwimmen — dadurch, daß sie ihren großen Schwanzfächer, der durch die enorme Schwanzmuskulatur bewegt wird, mit großer Kraft vorwärts schlagen; durch den Gegendruck des Wassers fahren sie nach hinten.

Häufig findet die Bewegung im Wasser mittels einer Wellenbewegung des Körpers, durch „Buchtungen“ statt (Fig. 81). In einer sehr anschaulichen Form finden wir dies bei Borstenwürmern, Egeln, Aal u. a. Der ganze Körper legt sich in Buchten, mehr oder weniger; es handelt sich um eine fortschreitende Wellenbewegung in entgegengesetzter Richtung von derjenigen, in welcher der Körper vorwärts getrieben werden soll. Indem die Welle über den Körper hin schreitet, schwingt die Oberfläche des letzteren gegen das Wasser, und durch den Gegendruck wird der Körper fortgetrieben. Die gewöhnliche

schnelle Form der Bewegung der Fische ist nur eine Form der Wellenbewegung, mit der Eigentümlichkeit jedoch, daß die hinterste Partie des Körpers mit der Schwanzflosse in besonders starker Bewegung ist; auch Otter, Seehunde, Wale bewegen sich ähnlich, mittels Buchtungen des ganzen Körpers, durch das Wasser. Bisweilen findet eine Ortsbewegung dadurch statt, daß nicht der ganze Körper, sondern besondere dünne „Flossen" in Wellenbewegung versetzt werden: die Knochenfische vollziehen z. B. mittels eines Wellenspiels der Rückenflosse und anderer Flossen kleine Bewegungen; die Flossen der Tintenfische wirken in ähnlicher Weise; die Bewegung der Rochen mittels der großen Brustflossen ist ebenfalls eine Wellenbewegung.

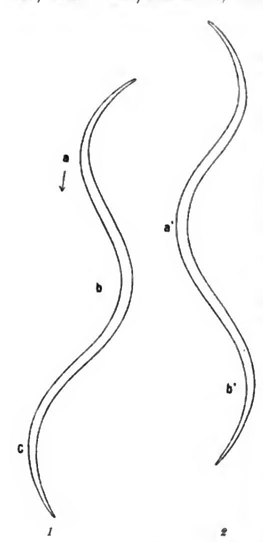


Fig. 81. Zur Erläuterung der Wellenbewegung. Der Wellenberg *a* in Nr. *1* schreitet in der Richtung des Pfeiles fort, ist in Nr. 2 bis *a'* angelangt, und dadurch ist das Tier eine Strecke vorwärts in entgegengesetzter Richtung des Pfeiles bewegt worden. *b* Wellental, bis *b'* gewandert in Nr. *2*. *c* Wellenberg.

Eine Bewegung in der Luft in der Form eines eigentlichen Fluges findet man bei Fledermäusen, Vögeln, Insecten. Der bewegte Körper ist stets spezifisch schwerer als die Luft. Die Bewegung findet bei allen mittels Flügeln statt: platte, leichte, elastische Anhänge, die seitlich vom Körper hervorragen und durch welche das Tier imstande ist, derartig gegen die Luft zu schlagen, daß der Gegendruck der Luft den Körper vorwärts treibt. Von wesentlicher Bedeutung ist es ferner, daß während der Bewegung durch die Luft, bei welcher die Unterfläche der Flügel schräg gegen die Luft geführt wird, der Druck letzterer dem Körper eine Bewegung aufwärts gibt. — Für die fliegenden Fische ist das Verhalten derart, daß sie nicht durch Schläge der „Flügel" (Brustflossen) durch die Luft bewegt werden, sondern vielmehr mittels der Fahrgeschwindigkeit, die das Tier von der Bewegung im Wasser besitzt, und durch den Druck der Luft auf die gespreizten Flügel; man kann die Bewegung der Fische in der Luft mit der eines Aeroplans vergleichen, dessen Motor zeitweilig stille steht. Auch Vögel und Fledermäuse können längere oder kürzere Zeit „segeln", nachdem die Bewegung der Motoren (hier die Flügel) aufgehört hat. — Die Bewegung anderer Tiere durch die Luft ist wie die eines Fallschirmes: das fliegende Eichhörnchen, Galeopithecus u. a. haben eine große behaarte Hautfalte zwischen den Gliedmaßen und dem Körper ausgespannt, die Flugeidechsen eine Hautfalte zwischen den seitlich gerichteten Rippen usw., wodurch sie in den Stand gesetzt werden, sich von einer Höhe abwärts

fallen zu lassen. Es handelt sich also hier nicht um eine Muskeltätigkeit, sondern um ein Herabstürzen, während dessen das Tier durch den Druck der Luft auf den Fallschirm langsam hinunterfällt.

Die Bewegung auf einer festen Unterlage: Erde, Meeresboden usw. beruht in einigen Fällen ebenso wie manche Bewegungen im Wasser auf einer Wellenbewegung des Körpers. Derart muß die Bewegung aufgefaßt werden, wenn eine Schlange oder ein Borstenwurm sich durch Gras oder ähnliches vorwärts windet; auch Eidechsen können sich ähnlich, jedenfalls teilweise durch eine Wellenbewegung vorwärts winden. Die Vegetation u. a. spielt in solchen Fällen eine ähnliche Rolle wie die Wassermasse bei der Bewegung im Wasser: sie liefert den Gegendruck gegen den Oberflächendruck des Körpers. Das Gleiten der Schnecken auf ihrem „Fuß“ über eine feste Unterlage hin dürfte auch auf einer Wellenbewegung der Unterseite des Fußes beruhen (ganz niedrige Wellen). Dagegen hat das langsame „Gleiten“ eines

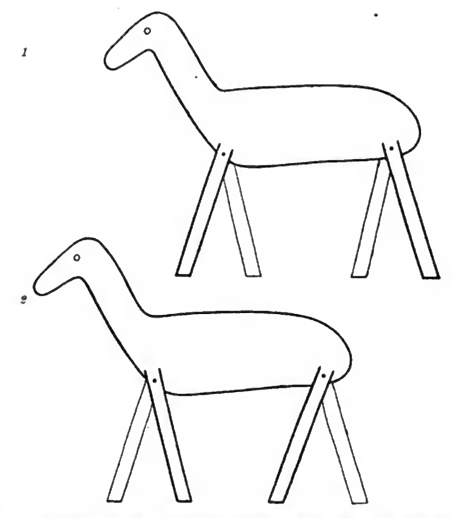


Fig. 82. Zur Illustration der Gehbewegung bei einem Tier mit vier Gliedmaßen. Linke Vordergliedmaße und rechte Hintergliedmaße sind in Nr. *2* mit ihrem unteren Ende auf derselben Stelle des Bodens fixiert wie in Nr. *1*, das obere Ende ist aber in Nr. *1* nach hinten, in Nr. *2* nach vorn gerichtet, und der Körper ist durch diese Bewegung des oberen Endes der beiden Gliedmaßen, die stattgefunden hat, ein Stück vorwärts geführt worden. Gleichzeitig hat das untere Ende der rechten Vordergliedmaße und der linken Hintergliedmaße sich vom Boden gelöst und die beiden Gliedmaßen sind mit dem unteren Ende vorwärts geschwungen worden und haben sich wieder am Boden fixiert. So geht es weiter fort.

Regenwurms oder einer Schlange über der Erde hin einen etwas anderen Charakter. Es beruht für die Schlange darauf, daß kleine Erhebungen der Unterseite, die Ränder der Bauchschienen, gegen die Unterlage gestemmt werden und als Füßchen wirken. Der Regenwurm gleitet in der Weise, daß der vordere Teil des Körpers länger und dünner gemacht wird und dadurch vorwärts strebt und indem der so vorwärts bewegte Teil sich an der Unterlage fixiert, ziehen sich gleichzeitig Teile des Körpers zusammen und werden kürzer, und das Tier wird auf diese Weise als Ganzes allmählich vorwärts befördert.

Eine außerordentliche Bedeutung für die Bewegung auf einer festen Unterlage hat das Vorhandensein von beweglichen Anhängen, die sich gegen die Unterlage stützen können, wie sie namentlich in den Gliedmaßen der Arthropoden und Wirbeltiere entwickelt sind. Die Gliedmaßen dieser Abteilungen sind gewöhnlich in eine Anzahl Glieder geteilt, die beweglich verbunden sind und mittels Muskeln, die von einem Glied zum anderen gehen, in verschiedene Stellungen zueinander gebracht werden können. Mittels der Gliedmaßen wird der Körper vorwärts geschoben: derjenige Teil der Gliedmaße, der die Erde berührt, wird auf dieser fixiert, und indem dasjenige Ende der Gliedmaße, das mit dem Rumpf verbunden ist, vorwärts schwingt, wird letzterer vorwärts geführt (Fig. 82). Der Körper ruht im allgemeinen auf wenigstens vier Gliedmaßen, zwei auf jeder Seite, von denen z. B. die Hälfte gleichzeitig die Bewegung ausführen, die den Körper vorwärts schiebt, während gleichzeitig die anderen von der Unterlage gehoben sind und mit ihrem unteren Ende vorwärts schwingen, um nachher selbst auf der Erde fixiert zu werden und die anderen abzulösen. Eine Bewegung dieser Art nennt man Gang. Der Lauf weicht dadurch vom Gang ab, daß die Bewegungen der Gliedmaßen schneller aufeinanderfolgen (während des Laufes der Säugetiere sind sogar zeitweilig alle vier Gliedmaßen außer Berührung mit der Erde). Der Sprung, wie wir ihn beim Känguru, bei den Heuschrecken u. a. haben, wird derart ausgeführt, daß die Hintergliedmaßen, die besonders kräftig ausgebildet sind, zunächst stark zusammengebogen und dann plötzlich beide auf einmal gestreckt und mit großer Kraft gegen die Erde abgestoßen werden und dadurch den Körper durch die Luft schieben; die anderen Gliedmaßen sind gleichzeitig in Ruhe. Bei den Heuschrecken wirken während des Sprunges die gespreizten Flügel in ähnlicher Weise wie die Brustflossen der Fliegenden Fische. Ein „galoppierender“

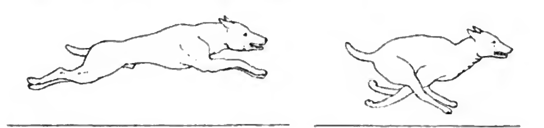


Fig. 83. Galoppierender Hund, zwei aufeinanderfolgende Momente. Der Galopp ist hier eine Reihe wiederholter Sprünge.

Hund bewegt sich in ähnlicher Weise wie die genannten Springer; die Vordergliedmaßen nehmen jedoch an der Arbeit teil, stoßen, ebenso wie die Hintergliedmaßen, beide gleichzeitig von der Erde.

Einige Tiere bewegen sich beständig im Gang, Lauf oder Sprung auf nur einem Gliedmaßenpaar, wie das besonders bei den Vögeln und beim Menschen der Fall ist. Diese Bewegungsform bietet die Schwierigkeit dar, daß die Unterstützungsfläche verhältnismäßig klein ist und die betreffenden Tiere müssen unausgesetzt dahin arbeiten, den Körper im Gleichgewicht zu halten.

Eine besondere Erwähnung verdient die Bewegung der Tiere in den Bäumen (Klettern), womit häufig eine besondere Ausbildung der Gliedmaßen verbunden ist, so daß diese geeignet sind, dünnere Aeste zu umfassen oder sich an der Oberfläche des Stammes oder der dickeren Aeste festzuhaken (Krallen). Gewisse Formen oder ganze Abteilungen sind darauf eingerichtet, entweder beständig oder sehr häufig sich in den Bäumen zu bewegen (Vögel, Affen, Eichhörnchen, viele Beuteltiere u. a.) und sind durch diese Lebensweise mehr oder weniger geprägt. Für manche ist die Bewegung in den Bäumen nicht prinzipell verschieden von der Bewegung auf der Erde, sie laufen in den Bäumen in ähnlicher Weise wie auf der Erde; andere kletternde Tiere hängen eher von den Aesten herab (Faultiere), und einige schwingen sich pendelartig von Ast zu Ast, indem sie sich während der Schwingungen mit einigen der Gliedmaßen festhalten (Anthropomorphe Affen) — also Bewegungsformen, die höchst abweichend sind von der Bewegung auf der Erde.

Bezüglich anderer Formen von Bewegung verweisen wir auf den Speziellen Teil (siehe z. B. Stachelhäuter, Egel u. a.).

VI. Erblichkeit.

Wenn die Amöbe sich teilt, so stimmen die Teilstücke genau mit der ursprünglichen Amöbe überein, oder eine vollständige Uebereinstimmung tritt sehr bald ein, nachdem die Teilstücke an Größe zugenommen haben. In ähnlicher Weise verhalten sich auch andere Protozoen: nach der Teilung können die Teilstücke zunächst unvollständig sein, bald gleicht sich dies jedoch aus, indem jedes Stück das fehlende reproduziert, bis die neuen Individuen mit dem Individuum übereinstimmen, aus dem sie entstanden.

Bei den Metazoen, mit ihrem gewöhnlich unendlich komplizierteren Körper, geschieht durchweg etwas Aehnliches. Es findet bei jeder Fortpflanzung eine Teilung des Körpers statt. In einer geringeren Anzahl von Fällen (diejenige Form der geschlechtslosen Fortpflanzung, die speziell als „Teilung“ bezeichnet wird) ist das Verhalten eigentlich insofern ganz wie bei den Protozoen, als auch hier zwei ungefähr gleich große, unvollständige Individuen entstehen, die sich allmählich vervollständigen. Aber gewöhnlich ist das Verhalten derart, daß das eine Teilstück an Masse dem anderen ganz überlegen ist; das andere ist an Masse so unbedeutend, daß es als ein abgelöstes Stückchen des anderen erscheint (Knospe, Ei). Die Stückchen, die sich derart ablösen und zu neuen Individuen werden — sei es nun ein etwas größeres Stück, wie bei der Knospung, oder eine einzige Zelle, wie bei der geschlechtlichen Fortpflanzung — sind anfänglich dem Elter

ungleich, vervollständigen sich aber allmählich und stimmen schließlich mit ihm in seinem ganzen Verhalten überein.

Somit finden wir als eine Grundeigenschaft aller Tiere — und aller Organismen überhaupt — das Vermögen, sich in zwei oder mehr zu teilen, die alle nach kürzerer oder längerer Umbildung *die Form des ursprünglichen Individuums annehmen.*

Man bezeichnet dies als *Erblichkeit.* Was deren Ursache ist, was dabei die eigentlich treibende Kraft ist, wissen wir nicht. Für eine Form wie die Amöbe scheint die Sache allerdings recht einfach; bei der Teilung eines so einfachen Organismus kann man es sich schwer anders denken, als daß die Teilstücke dem Ausgangspunkt identisch werden. Auch bei der Teilung eines solchen Organismus, wie z. B. ein Infusionstierchen, ist das Verhalten einigermaßen einfach: die Teilstücke, die anfänglich unvollständig sind, vervollständigen sich durch Regeneration und werden somit dem Ausgangsindividuum identisch. Eine ähnliche Auffassung läßt sich möglicherweise auch für die Metazoen durchführen: für die Teilung in engerem Sinne ist ja eine solche Betrachtung durchaus naheliegend; aber auch der Knospung und der geschlechtlichen Vermehrung scheint sie nicht fremd: das Ei, resp. die Knospe, durchläuft eine Regeneration, eine Vervollständigung — die allerdings sehr umfassend ist — und stimmt schließlich mit dem Individuum, dem es entstammt.

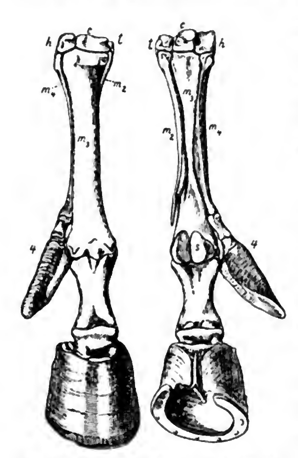


Fig. 84. Pferdevorderfuß mit *atavistischem* Auftreten einer Zehe (4) am vierten Mittelfußknochen. *c, h, t* Handwurzelknochen; m^2, m^3, m^4 zweiter, dritter, vierter Mittelfußknochen. *s* Sesambein. — Nach Wood Mason.

Die Eigenschaften der Eltern *vererben* sich also auf die Nachkommenschaft, und wenn es sich um die gewöhnliche Form der geschlechtlichen Vermehrung handelt, bei welcher zwei abgetrennte Teilstücke, Ei und Samenkörperchen, sich vereinigen, nicht allein die der Mutter, sondern auch die des Vaters: das Samenkörperchen hat denselben Wert wie das Ei.

Die Charaktere, die sich vererben, sind erstlich das allgemeine Artgepräge: die Nachkommenschaft eines Löwenpaares werden Löwen, usw. Aber auch individuelle Charaktere, Eigenschaften, die nur *einigen* Individuen angehören, können vererbt werden; es findet aber die Vererbung hier mit einer gewissen Unsicherheit statt. Ein individueller Charakter vererbt sich zuweilen, zuweilen nicht; oder einige der Nachkommen besitzen ihn, andere nicht. Daneben können neue Charaktere bei den Nachkommen auftauchen, die weder beim Vater noch bei der Mutter vorhanden sind. Vielfach handelt es sich jedoch dabei nicht um etwas eigentlich Neues, sondern um Charaktere, die bei den

Großeltern oder vielleicht noch weiter zurück, unter den Vorvätern vorhanden waren, sogenannte Atavismen. Man sagt, daß in solchen Fällen der Charakter bei den Eltern latent war.

Atavismen sind für den Menschen sehr wohl bekannt; man sieht immer wieder Charaktere auftauchen, die z. B. bei Großeltern vorhanden waren. Ein interessantes Beispiel eines Rückschlages auf längst verschwundene Ahnen ist die Ausbildung der kleinen Nebenzehen, die als Seltenheit beim Pferd vorkommt (Fig. 84); die betreffenden Zehen fanden sich regelmäßig bei den Ahnen des Pferdes, z. B. bei der Gattung Hipparion.

Neben den erwähnten angeborenen (ererbten oder neu aufgetauchten) Charakteren können manche Individuen im Laufe ihres Lebens neue Charaktere erwerben. In einem folgenden Abschnitt (VIII) werden davon Beispiele mitgeteilt werden. Hier soll lediglich die Frage beleuchtet werden, wieweit solche erworbenen Charaktere vererbt werden können oder nicht. In vielen Fällen sieht man, daß erworbene Eigenschaften nicht vererbt werden: chirurgische Verluste oder anderweitige Beschädigungen gehen z. B. in der Regel nicht auf die Nachkommenschaft über. Daneben kennt man aber viele Fälle, in denen eine erworbene Eigenschaft vererbt wird. Wir werden im folgenden einige Beispiele anführen.

Mittels gewisser Mißhandlungen des Centralnervensystems kann man beim Meerschweinchen (*Cavia*) einen krankhaften Zustand erzeugen, der der Epilepsie (Fallsucht) ähnlich ist. Ein Teil der Nachkommenschaft solcher Meerschweinchen besitzt dieselbe Krankheit angeboren: sie ist also vererbt. — Man kann allmählich Mäuse an gewisse Gifte gewöhnen, die sonst für sie tödlich sind. Die so erworbene Eigenschaft können sie auf ihre Nachkommenschaft vererben, die ohne weiteres den betreffenden Giften gegenüber „immun" sind. — Wenn man Puppen des Schmetterlings *Arctia caja* eine kurze Zeit einer Kälte von ÷ 8° C aussetzt, so werden die Schmetterlinge, die sich aus ihnen entwickeln, von normalen Individuen abweichend: die großen dunklen Flecken an Vorder- und Hinterflügeln werden größer und fließen teilweise zusammen. Werden dann solche dunklen Exemplare zusammengepaart, so wird die Nachkommenschaft, auch wenn die Puppen keiner Kälteeinwirkung ausgesetzt werden, trotzdem teilweise von ähnlichem Aussehen: die erworbene Eigenschaft hat sich auf die Nachkommen vererbt. — In einer Reihe von Versuchen ist es gelungen, auf verschiedene Amphibien, z. B. den Landsalamander und den Alpensalamander,

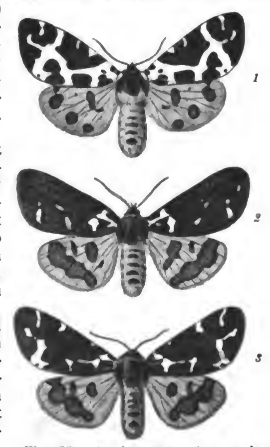


Fig. 85. *Arctia caja*. *1* normales Exemplar. *2* ein Exemplar, das als Puppe auf ÷8° C abgekühlt worden ist. *3* Nachkomme von Nr. 2, ist als Puppe nicht abgekühlt gewesen, trotzdem aber weit dunkler als normale Exemplare.

derart einzuwirken, daß ihre Fortpflanzungsverhältnisse wesentlich geändert worden sind. Diese Aenderungen haben sich als erblich erwiesen, selbst wenn die Nachkommen unter gewöhnlichen Verhältnissen gehalten wurden. — Ein amerikanischer Forscher hat erreicht, indem er eine Anzahl Exemplare des Kartoffelkäfers (*Doryphora decemlineata*) starker Trockenheit und hoher Wärme ausgesetzt hat, daß deren Nachkommenschaft, die unter normalen Verhältnissen erzogen wurde, 5 Generationen jährlich geliefert hat, während der Käfer sonst nur in zwei Generationen auftritt. Und diese erworbene Eigenschaft hat sich als erblich erwiesen. — Erworbene Eigenschaften haben sich also in zahlreichen Fällen (die hier angeführten sind lediglich Beispiele) vererbt.

Von nicht geringem Interesse sind die Erblichkeitsphänomene, die bei Kreuzung, Bastardierung zweier verschiedener Rassen oder nahestehender Arten beobachtet werden.

Bei einer Kreuzung zweier Rassen ist in einigen Fällen das Resultat eine Nachkommenschaft, die Charaktere besitzt, die ungefähr zwischen denen der beiden Eltern mitten inne stehen — eventuell etwas mehr nach der einen oder der anderen Seite —, und dieses Mittelgepräge geht weiter auf die Nachkommen über, wenn die Bastarde sich unter sich weiter fortpflanzen. Man hat z. B. eine Rasse besonders langohriger Kaninchen mit einer kurzohrigen Rasse gepaart und eine Zwischenform mit halblangen Ohren erhalten; und diese Zwischenform hat sich konstant weiter fortgepflanzt. Aehnliches gilt für Bastarde von Weißen und Negern, Mulatten, die sich als eine Mischform weiter fortpflanzen, in welcher stets beide Rassen deutlich erkennbar sind. Manche unserer konstanten Haustierrassen sind durch Bastardierung entstanden; das gewöhnliche Hausschwein ist z. B. ein Bastard von einer asiatischen und einer älteren europäischen Schweineform.

Aber sehr häufig ist das Resutat ein ganz anderes.

In einigen Fällen (Fig. 86) findet man, daß sämtliche Individuen der ersten Bastardgeneration (F_1), derjenigen, die durch das Zusammen-

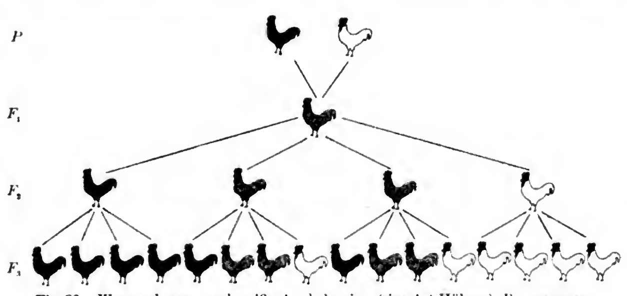


Fig. 86. Wenn schwarze und weiße Andalusier (eine Art Hühner), P, zusammengepaart werden, so sind die Bastarde, F_1, blau. Von den Nachkommen der letzteren, F_2, werden $^1/_4$ schwarz, $^1/_4$ weiß, $^2/_4$ blau. Die Schwarzen und Weißen pflanzen sich rein weiter fort, die Nachkommen der Blauen sondern sich wieder in $^1/_4$ schwarze, $^1/_4$ weiße, $^2/_4$ blaue.

paaren der zwei verschiedenen Rassen entsteht, intermediär ist, ein Zwischengepräge hat. Aber F_2, die Nachkommen von F_1, verhalten sich anders, indem nur die Hälfte intermediär ist, während $^1/_4$ mit der einen, $^1/_4$ mit der anderen der beiden Rassen, von denen man ausging, übereinstimmt. Bei der folgenden Generation, F_3, zeigt es sich, daß die zwei $^1/_4$-Gruppen jede für sich Nachkommen erzeugen, die ganz mit ihnen selbst übereinstimmen, und diese Nachkommen pflanzen sich auch „rein" weiter fort. Die intermediären Individuen von F_2 bekommen dagegen wieder eine Nachkommenschaft, von welcher die Hälfte intermediär ist, während $^1/_4$ sich verhält wie die eine, $^1/_4$ wie die andere Ausgangsrasse.

Man erklärt diese Resultate in folgender Weise: Die Hälfte von sämtlichen Eiern und die Hälfte von sämtlichen Samenkörperchen von F_1 haben die Eigenschaft des einen Erzeugers, die andere Hälfte die des anderen; in dem abgebildeten Fall hat die Hälfte der Eier die Eigenschaft, schwarz zu erzeugen (*S*), die andere Hälfte die Eigenschaft weiß zu erzeugen (*W*); ebenso die Samenkörperchen. Wenn Eier und Samenkörperchen sich in großer Anzahl miteinander vermischen, so wird nach dem Wahrscheinlichkeitsgesetz ungefähr $^1/_4$ der befruchteten Eier *SS*, $^1/_4$ *SW*, $^1/_4$ *WS*, $^1/_4$ *WW* (vgl. das nebenanstehende Schema); die aus den Eiern *SS* entstehenden Individuen sind natürlich rein schwarz, die aus den *WW* rein weiß, die aus *SW* und *WS* gemischt.

	Samenkörperchen *S*	Samenkörperchen *W*
Eier *S*	*SS*	*SW*
Eier *W*	*WS*	*WW*

(Bastarde)

In anderen Fällen (Fig. 87) ist das Verhältnis so, daß alle Individuen von F_1 ebenfalls gleich, aber nicht intermediär sind, dagegen mit dem einen Elter übereinstimmen, der als dominierend bezeichnet wird, während der andere recessiv ist. Aber in der folgenden Generation, F_2, taucht wieder der recessive Elter bei $^1/_4$ der Individuen auf, während $^3/_4$ wie der dominierende Elter aussieht. Das

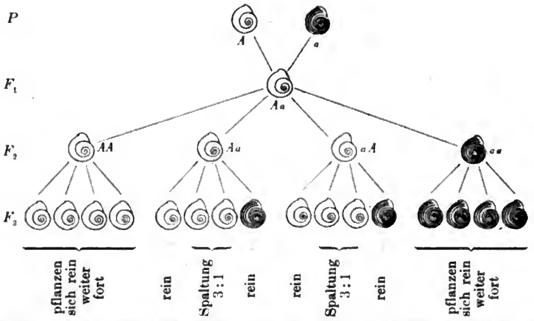


Fig. 87. Die Gartenschnecke *(Helix hortensis)* tritt in zwei Formen, die eine mit gebänderter, die andere mit bänderloser Schale, auf. In der Bastardgeneration F_1 sind alle Individuen bänderlos, in F_2 sind $^3/_4$, in F_3 $^{10}/_{16}$ bänderlos. (Vergl. den Text).

erstgenannte Viertel pflanzt sich rein fort: ebenso das eine von den übrigen drei Vierteln; die Nachkommen von den zwei letzten Vierteln verhalten sich in der Generation F_3 in der Weise, daß $^3/_4$ mit dem dominierenden, $^1/_4$ mit dem recessiven Elter übereinstimmen. In dem in Fig. 87 dargestellten Fall handelt es sich um zwei Formen einer Schnecke, die eine mit gebänderter, die andere mit bänderloser Schale, von denen letztere dominierend ist (vgl. übrigens die Figur). Man hat einen solchen Fall folgendermaßen zu erklären versucht: Sämtliche Eier und Samenkörperchen von F_1 besitzen zur Hälfte entweder die eine oder die andere Eigenschaft. Bezeichnen wir die dominierende Eigenschaft mit A, die recessive mit a, so wird ungefähr $^1/_4$ der befruchteten Eier AA sein, $^1/_4$ Aa, $^1/_4$ aA, $^1/_4$ aa (vgl. das nebenstehende Schema); und in dem dargestellten Fall werden dann drei Viertel bänderlos werden (nämlich alle, die wenigstens ein A enthalten), aber bänderlos von verschiedener Qualität, indem die AA rein bänderlos sind und sich rein weiter fortpflanzen, während die aA und Aa ein (verstecktes) gebändertes Element enthalten, was in der nächsten Generation zum Vorschein kommt. Das Viertel aa ist gebändert und liefert eine reine gebänderte Nachkommenschaft.

Eier \ Spermatozoen	A	a
A	AA	Aa
a	aA	aa

Bastarde

Die Bastardindividuen, die AA oder aa sind, nennt man homozygot, die Aa oder aA nennt man heterozygot.

In den genannten Fällen war von Formen die Rede, die sich nur durch einen Charakter unterschieden. Werden Formen gekreuzt, die sich durch mehrere Charaktere unterscheiden, so kann jeder Charakter sich als eine unabhängige Einheit bei den Nachkommen verhalten. Bei der Schnecke *Helix nemoralis* kommen gelbe oder rote, gebänderte oder ungebänderte Exemplare vor. Kreuzt man ein Exemplar mit roter gebänderter Schale mit einem Exemplar mit gelber bänderloser Schale, so ergibt es sich, daß Rot (A) und Bänderlos (B) gegen Gelb (a) und Gebändert (b) dominant sind. Die F_1-Generation ist demgemäß rot und bänderlos; während die F_2-Generation aus roten bänderlosen, roten gebänderten, gelben bänderlosen und gelben gebänderten im Verhältnis 9 : 3 : 3 : 1 zusammengesetzt ist (vgl. das nebenstehende Schema und die Fig. 88). Sämtliche Exemplare mit wenigstens einem A und einem B sind rot bänderlos, mit einem A und keinem B rot gebändert, mit einem B und keinem A gelb bänderlos, und mit keinem A und keinem B gelb gebändert.

Eier \ Samenkörperchen	A+B	A+b	a+B	a+b
A+B	AA+BB	AA+Bb	Aa+BB	Aa+Bb
A+b	AA+bB	AA+bb	Aa+bB	Aa+bb
a+B	aA+BB	aA+Bb	aa+BB	aa+Bb
a+b	aA+bB	aA+bb	aa+bB	aa+bb

Bastarde

A rot, a gelb, B bänderlos, b gebändert
(dom.) (rec.) (dom.) (rec.)

Die hier behandelten Erfahrungen bezüglich der Kreuzungen wurden zuerst von dem

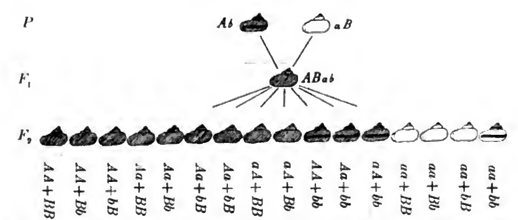


Fig. 88. *Helix nemoralis.* Kreuzung von roten gebänderten Exemplaren (*Ab*) mit gelben bänderlosen (*aB*). Vergl. übrigens den Text.

Oesterreicher MENDEL gemacht. Die Hauptsache ist dabei, daß, wenn zwei Rassen oder auch nur zwei ausgeprägt verschiedene Individuen gekreuzt werden, sie in manchen Fällen nicht derart gemischt werden, daß die besonderen Charaktere eines jeden in der Nachkommenschaft halbiert werden, sondern ein Charakter erhält sich vollständig oder verschwindet vollständig — definitiv oder scheinbar, indem er häufig in einer späteren Generation wieder auftaucht. Die Erkenntnis dieser Dinge stimmt gut mit zahlreichen Erfahrungen aus dem Menschenleben überein; für manche Familien hat man durch zahlreiche Generationen z. B. gewisse charakteristische Gesichtszüge verfolgen können trotz der wiederholten Kreuzung mit Individuen, die den betreffenden Charakter nicht besaßen. Ebenso mit den Erfahrungen über die so häufig vorkommende „Entartung“, in der F_2-Generation und später, nach Kreuzung verschiedener Haustierrassen.

Es ist aber andererseits hervorzuheben, daß die Verhältnisse bei den Kreuzungen keineswegs allgemein derartig einfach liegen wie in den angeführten Beispielen. Es können ganz andere Zahlen auftreten als die oben angeführten; es kann sich auch ereignen, daß während F_1 intermediär ist, die folgenden Generationen, F_2 usw., sich alle ohne Ausnahme wie der eine Elter verhalten (die Charaktere des anderen Elters sind bei sämtlichen Nachkommen ausgefallen). Es können auch noch ganz unerwartete Resultate auftreten: die F_1-Generation kann Charaktere darbieten, die weder bei dem einen noch bei dem anderen Elter vorhanden und auch nicht intermediär sind, und F_2 sich ebenfalls eigenartig verhalten: Paart man Mäuse-Albinos mit bunten japanischen Tanzmäusen, so ist das Resultat in F_1 graue, „wildfarbene“ Bastarde, die nicht „tanzen“. F_2 umfaßt wieder verschiedene Sorten von Mäusen: weiße mit normaler Bewegung, weiße Tanzmäuse, bunte Mäuse verschiedener Art etc. Man hat durch allerlei Hilfshypothesen solche Abweichungen von den einfachen MENDELschen Regeln, die außerordentlich häufig sind, zu erklären versucht, worauf wir aber hier nicht weiter eingehen können.

VII. Das System.

Die zahllosen tierischen Organismen, die auf der Erde leben, teilt man in eine Anzahl von Hauptgruppen, diese wieder in kleinere und kleinere Abteilungen. Diese stufenweise Gruppeneinteilung ist nicht willkürlich, sondern in der mehr oder minder engen Uebereinstimmung der Tiere begründet, so daß die in den Abteilungen niedersten Ranges zusammengefaßten Tiere die größte Uebereinstimmung darbieten. Wir fangen damit an, den Begriff der Art (*Species*) etwas näher zu betrachten.

Zu einer Art rechnet man erstens alle diejenigen Individuen, die auf derselben Altersstufe eine genaue Uebereinstimmung in allen Einzel-

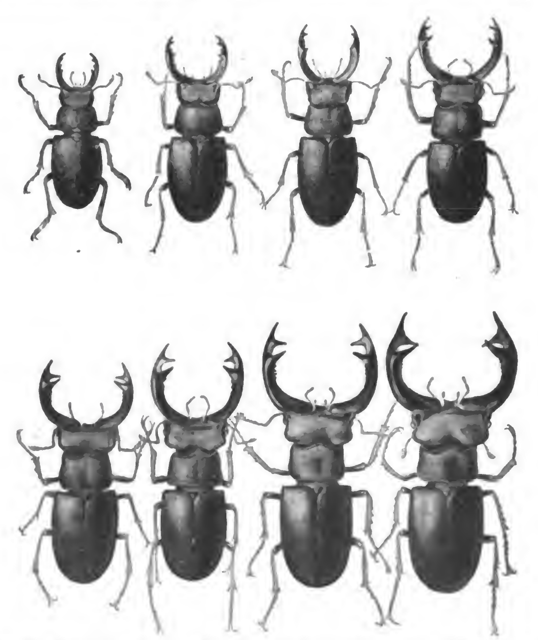


Fig. 89. Acht Exemplare des Hirschkäfers (*Lucanus cervus*), alle Männchen, alle in gleicher Verkleinerung, um die individuelle Variation innerhalb dieser Art zu erläutern. — Orig.

heiten ihres Baues zeigen; ferner alle diejenigen Individuen, die sich mit jenen unter normalen Verhältnissen paaren und fruchtbare Nachkommen erzeugen, gleichgültig, ob sie jenen gleich oder unähnlich sind; endlich auch die Jungen, mögen diese den Eltern ähnlich sein oder nicht. So gehören z. B. alle Feldhasenweibchen, welche man in Deutschland findet, zu einer Art, indem sie auf derselben Altersstufe eine weitgehende Uebereinstimmung in allen Teilen des Körpers zeigen; derselben Art gehören ferner, obgleich sie besonders in den Verhältnissen des Geschlechtsapparats abweichen, alle deutschen Feldhasenmännchen an, weil sie sich mit jenen freiwillig begatten und fruchtbare Nachkommen erzeugen; endlich auch die Jungen, die in diesem Fall übrigens von den Eltern nicht abweichen. In anderen Fällen (bei Heterogonie und Generationswechsel) sind die Jungen dagegen mehr oder weniger von den Eltern verschieden; jede zweite oder dritte (vierte etc.) Generation ist ähnlich, aber von den zwischenliegenden abweichend; alle gehören trotzdem derselben Art an.

Der Begriff der Art beruht somit auf drei Momenten: der Uebereinstimmung des Baues, dem Geschlechtsverhältnis und dem genetischen Zusammenhang (der Abstammung). Die Uebereinstimmung verschiedener Exemplare derselben Art ist übrigens keine absolute, selbst wenn wir von den Unterschieden absehen, die durch das verschiedene Geschlecht, durch das Alter oder durch Verschiedenartigkeit der Generationen (bei Generationswechsel und Heterogonie) bedingt sind. Genau betrachtet sind sogar niemals zwei Individuen ganz übereinstimmend; eine sorgfältige Untersuchung wird immer Unterschiede aufweisen: die Arten variieren, wie man es nennt, stets in geringerem oder höherem Grade. Die Variation ist im allgemeinen wenig hervortretend; äußerlich beschränkt sie sich meistens auf kleine Unterschiede der Farbe, der Form oder der relativen Größe einzelner Teile, der absoluten Größe oder des Gewichts des ganzen Tieres; innerlich sind entsprechende kleine Unterschiede zu beobachten. Jede größere Säugetierart bietet leicht zu beobachtende Beispiele dieser gewöhnlichen Variation dar. Zuweilen wird die Variation augenfälliger: vom Fuchs (der meistens einen weißlichen Bauch hat) kommen zuweilen Exemplare mit schwarzem Bauch vor oder solche mit einer schwarzen Kreuzzeichnung in der Schultergegend oder fast schwarze Exemplare etc., und ähnliche Variationen trifft man bei manchen anderen Säugetieren und Vögeln an; vom Hirschkäfer, dessen Männchen meistens sehr große Vorderkiefer besitzen, findet man zuweilen männliche Exemplare mit Vorderkiefern, deren Länge nur ein Bruchteil des gewöhnlichen Maßes ist, und zwischen diesen beiden Extremen alle möglichen Zwischenstufen (Fig. 89); beim Fuchs gibt es Exemplare, bei denen der hintere Höckerzahn des Unterkiefers fehlt, etc. Alle derartigen abweichenden Individuen nennt man individuelle Variationen oder Varianten.

Bei einigen Tieren kommen innerhalb derselben Art zwei, oder mehrere, in gewissen Charakteren bestimmt unterschiedene Formen nebeneinander vor, und zwar meistens ohne daß die Formen durch Uebergänge (wie es bei den oben genannten individuellen Variationen in der Regel der Fall ist) untereinander verbunden sind. Dieses Verhältnis wird als Dimorphismus bezeichnet, wenn die Art in zwei verschiedenen Formen auftritt, als Polymorphismus, wenn mehr als zwei Formen innerhalb der Art auftreten. Dimorphismus findet man z. B. innerhalb der

Wanzen (Fig. 90), bei denen verschiedene Arten sowohl in einer geflügelten als in einer ungeflügelten Form auftreten; dieser und ähnliche Fälle schließen sich eng an die gewöhnliche individuelle Variation an und sind leicht aus dieser abzuleiten: es ist die Folge einer starken individuellen Variation, die Zwischenformen sind verschwunden. Ziemlich verbreitet ist der Di- oder Polymorphismus bei stockbildenden Tieren (vergl. die Hydroiden, die Siphonophoren, die Achtarmigen Korallen und die Bryozoen), und hier ist er offenbar die Folge des innigen Zusammenlebens der Personen des Stockes: indem diese miteinander in direktem organischem Zusammenhang stehen, können gewisse Arbeitsleistungen diesen, andere jenen Personen überwiesen werden, und eine natürliche Folge dieser Arbeitsteilung wird eine verschiedene Ausbildung der Personen sein. Aehnliches gilt auch vom Di- oder Polymorphismus der gesellig lebenden Insecten (Bienen, Ameisen, Termiten).

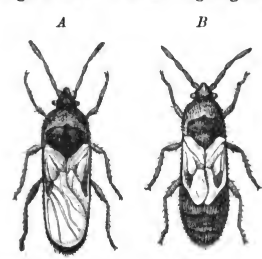


Fig. 90. Dimorphismus einer Wanze *(Blissus leucopterus)*. *A* flugfähige Form mit Vorder- und Hinterflügeln; *B* flugunfähige Form mit verkürzten Vorderflügeln und ohne Hinterflügel. — Nach Riley.

Wenn eine Art eine weite Verbreitung hat, so findet man sehr häufig, daß die Individuen einer Lokalität in einiger Hinsicht in der Regel von denen einer anderen Lokalität abweichen. Man sagt dann, daß die Individuen jedes Ortes eine besondere Varietät (Rasse, Unterart) bilden. Die Feldhasen z. B., die durch den größten Teil Europas verbreitet sind, gehören alle einer Art an, zerfallen aber in drei Gruppen: eine südeuropäische, deren Individuen sich durch kürzere, lockere Behaarung, längere Ohren und intensiv rostfarbene Oberseite auszeichnen; eine mitteleuropäische mit längerer und dichterer Behaarung und eine nordöstliche (in Nord-Rußland) mit sehr langer und dichter Behaarung und stärkerem weißlichen Anflug als die beiden anderen. Diese drei Individuengruppen sind verschiedene Varietäten, indem sie bei durchgehender Uebereinstimmung doch in der Regel in den angegebenen Punkten voneinander sich unterscheiden; verschiedene Arten sind sie aber nicht, weil es innerhalb einer jeden Exemplare gibt, die sich dem Gepräge einer der anderen Gruppe nähern, so daß die Gruppen nicht scharf geschieden sind. Dasselbe, was hier für den Hasen angegeben wurde, gilt in ähnlicher Weise z. B. für verschiedene Säugetier- und Vogelarten, welche durch Europa und Nord-Asien verbreitet sind: die sibirischen Exemplare bilden eine besondere Varietät, indem sie in der Regel in einigen Charakteren von den europäischen abweichen. Die Aalraupe *(Zoarces viviparus)* tritt an verschiedenen Stellen ihres Verbreitungsgebietes (Nord-Europa) in einer ganzen Reihe von verschiedenen Varietäten auf; das geht so weit, daß jede der tiefen dänischen Förden eine oder mehrere ausgeprägte Varietäten derselben besitzt, die sich durch verschiedene Anzahl von Wirbeln, Flossenstrahlen, Pigmentflecken etc. unterscheiden;

bei den Aalraupen im Roskildefjord ist z. B. eine Wirbelzahl von durchschnittlich 108,06 (variierend von 103 bis 113) vorhanden, bei denen in einem kleinen Haff auf Langeland von 119,44 (114—121); der Salzgehalt ist an beiden Stellen 12‰. — Findet man dagegen auf einem größeren oder kleineren Land- oder Wassergebiete eine Gruppe von Individuen, die durch bestimmte Charaktere ohne Ausnahme von den ähnlichen Individuen anderer Lokalitäten abweichen, dann bildet sie eine besondere, aber nahe verwandte Art. Der Wapitihirsch *(Cervus canadensis)* Nordamerikas ist z. B. eine andere Art als der europäische Edelhirsch, dem er aber sehr nahesteht; ebenso ist der nordamerikanische Biber eine andere Art als der nahe verwandte europäische Biber, indem bei jedem Individuum des ersteren bestimmte besondere Charaktere bestehen, welche nie bei den europäischen vorhanden sind, und umgekehrt (namentlich im Schädel). Manchmal kann es sehr schwierig sein, zu entscheiden, ob eine Gruppe von Individuen eine Varietät oder eine selbständige Art bildet; maßgebend ist es, ob die betreffenden Unterschiede konstant sind oder nicht, ob sie lediglich in der Regel (Varietät) oder ausnahmslos (Art) gelten — und das kann man vielfach nicht mit Sicherheit feststellen. Praktisch genommen, nennt man eine Individuengruppe eine besondere Art, wenn „Uebergänge" von ihr zu einer anderen Art unbekannt sind, d. h., wenn man nicht Exemplare kennt, bei denen die Charaktere, welche jene von einer nahestehenden Art trennen, mehr oder weniger verwischt sind; sobald derartige Uebergänge bekannt werden, wird die Gruppe als Varietät der anderen untergeordnet. Eine scharfe Grenze ist in der Tat zwischen „Varietät" und „Art" in der Natur nicht vorhanden.

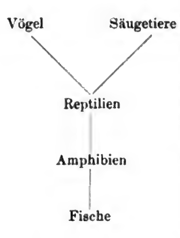
Auch nicht das verschiedene Verhalten der Arten und Varietäten bei der Bastardierung kann — wie man früher gemeint hat — als absolutes Unterscheidungsmerkmal benutzt werden; denn es ist zwar so, daß die Bastarde verschiedener Varietäten fast immer vollkommen fruchtbar sind, dasselbe kann aber auch mit Artbastarden der Fall sein (siehe oben S. 52).

Mehrere einander ähnliche Arten werden zu einer Gattung (*Genus*) zusammengefaßt; so bilden z. B. der Löwe, der Tiger, der Jaguar, die Hauskatze und andere eine Gattung. Jede Gattung des Tierreichs wird nach einer festgesetzten Regel mit ihrem lateinischen oder latinisierten Namen bezeichnet, der immer ein einzelnes Wort ist; z. B. wird die Gattung, welche die soeben genannten Tiere umfaßt, *Felis* genannt. Die Arten werden mit dem Gattungsnamen nebst einer angefügten Bezeichnung genannt; letztere ist gewöhnlich ein Adjektiv, zuweilen ein Substantiv in Apposition zum Gattungsnamen oder ein Substantiv im Genitiv: die Hauskatze nennt man z. B. *Felis domestica*, den Löwen *Felis leo*, die Cochenillelaus *Coccus cacti*. — Mehrere ähnliche Gattungen werden zu einer Familie zusammengefaßt: es gehören z. B. die Mardergattung (*Mustela*), die Dachsgattung (*Meles*), die Ottergattung (*Lutra*) u. a. zu einer Familie, der Marderfamilie, *Mustelidae* (die Familiennamen werden meistens von einem der Gattungsnamen mit Hinzufügung der Endigung *idae* gebildet). Mehrere Familien werden wieder zu einer Ordnung zusammengefaßt; die Katzenfamilie, die Marderfamilie, die Bärenfamilie u. a. bilden die Ordnung Raubtiere, *Carnivora*. Die Ordnungen bilden wieder Klassen; so gehören z. B. die Raubtiere und eine Anzahl anderer Ordnungen zur Klasse der Säugetiere (*Mammalia*). Die Klassen werden ihrerseits zu Tier-

kreisen vereinigt: die Klassen der Säugetiere, der Vögel, der Reptilien etc. bilden den Kreis der Wirbeltiere (*Vertebrata*). Das Ganze nennt man das System des Tierreichs.

VIII. Die Abstammungslehre.

Die systematische Gruppierung der Tiere, die im vorhergehenden Abschnitte erwähnt wurde, ist, wie bereits berührt, in natürlichen Verhältnissen begründet; die Tiere sind durch eine mehr oder weniger innige Uebereinstimmung im Bau sozusagen miteinander verknüpft. Das System ist übrigens keineswegs ein vollständiger Ausdruck des Zusammenhanges der Tierformen. Wenn z. B. die Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugetiere in einen Tierkreis vereinigt werden, so ist hiermit zwar hinlänglich deutlich ausgedrückt, daß alle diese Abteilungen in gewissen Hauptzügen des Baues miteinander übereinstimmen, andererseits ist aber damit gar nichts darüber gesagt, daß die genannten Klassen, wie es tatsächlich der Fall ist, sich wie die Glieder einer Kette aneinander fügen, und zwar derartig, daß die Amphibien sich an die Fische, die Reptilien an die Amphibien, die Vögel und Säugetiere an die Reptilien anreihen (vgl. das nebenstehende Schema). Es besteht im Tierreich tatsächlich ein weit innigerer Zusammenhang der Formen, als das System es ausdrückt: eine derartige Verkettung, wie wir sie für die Hauptgruppen des Wirbeltierkreises angedeutet haben, ist mehr oder weniger leicht nachweisbar überall im Tierreich vorhanden.



Schon längst, ehe man noch ein Verständnis dieser Erscheinungen besaß, hat man diesen Zusammenhang der Tierformen mit dem Wort Verwandtschaft bezeichnet, indem man vermutlich den Eindruck hatte, daß man Verhältnissen gegenüber stünde, die an die Verwandtschaft zwischen Menschen erinnerten. Das ist eben auch in der Tat der Fall. Die „Verwandtschaft" ist wirklich Blutsverwandtschaft. Wenn der Löwe, der Tiger, die Wildkatze und andere Arten kraft einer engen Uebereinstimmung in den meisten Punkten des Baues zu einer Gattung zusammengehören, so ist dies darin begründet, daß sie alle ursprünglich von einer einzigen Art abstammen, welche sich allmählich in mehrere Arten gespalten hat; wenn die Bären, Marder, Katzen etc. sich alle zu einer Ordnung zusammenfügen, so beruht dies darauf, daß sie alle von einer gemeinsamen Grundform abstammen: ebenso für die höheren Abteilungen (z. B. Säugetiere, Wirbeltiere). Die Verkettung zweier solcher Gruppen wie der Reptilien und der Vögel beruht darauf, daß letztere Abteilung von ersterer abstammt; durch allmähliche Umbildung eines Zweiges des Reptilientypus ist zunächst eine Vogelform gebildet worden, von der die übrigen abstammen.

Eine konsequente Durchführung dieser Auffassung führt uns zu dem Resultat, daß alle Tiere von einer gemeinsamen Urform abstammen, die vielleicht etwa die Gestalt einer Amöbe gehabt hat. Dies ist der

wesentliche Inhalt der Abstammungslehre; danach sind alle Tiere und Pflanzen von einer gemeinsamen Urform ausgegangen, die sich allmählich im Laufe enormer Zeiträume in die ganze unermeßlich große Mannigfaltigkeit verschiedener organischer Formen gespalten hat.

Der Weg, den die Entwicklung gegangen ist und geht, ist wahrscheinlich folgender: Die Bildung von Varietäten ist die erste Stufe; wenn eine Art sich über ein großes Gebiet verbreitet hat, so entwickelt sie sich an verschiedenen Orten etwas verschieden; so bilden sich mehrere Varietäten. Indem im Laufe der Zeit neue kleine Unterschiede entstehen, werden die Unterschiede zwischen den Varietäten ausgeprägter und wir erhalten auf die Weise gesonderte Arten. Eine Art entwickelt sich zum Typus einer neuen Gattung, wenn die Unterschiede zwischen ihr und den anderen Arten derselben Gattung schärfer markiert werden, z. B. dadurch, daß sie sich an besondere Lebensverhältnisse anpaßt; unter Anpassung an ein grabendes Leben hat sich z. B. wahrscheinlich die Dachsgattung aus der Mardergattung entwickelt. Eine auf diese Weise gebildete Gattungsform kann sich nachher in mehrere Arten teilen. Bei immer weiter gehender Entwicklung und Häufung von Unterschieden können neue Familientypen, Ordnungstypen etc. entstanden sein. Jeder solche neue Typus ist anfänglich nur eine besonders ausgezeichnete Art gewesen, aber diese Art kann sich dann später in mehrere gespalten haben, welche wieder den Ausgangspunkt für neue Gattungen etc. abgegeben haben können. Nach dieser Darstellung sollte man meinen, daß die Grenze der verschiedenen Gattungen, Familien etc. überall unbestimmt wäre; und an vielen Stellen ist dies auch wirklich der Fall, an vielen Stellen ist es eigentlich willkürlich, ob man eine oder mehrere ausgezeichnete Arten als eine besondere Gattung oder nicht rechnen, oder ob man eine Gattung als den Typus einer besonderen Familie oder nicht betrachten will. An anderen Stellen sind dagegen die Grenzen schärfer, indem viele Arten, Gattungen etc., welche ursprünglich die Grenzen verwischten, im Laufe der Zeit ausgestorben sind.

Daß eine solche Abstammung wirklich stattgefunden hat, kann nicht direkt bewiesen werden; der Beweis liegt aber darin, 1) daß die Arten, wie direkt zu beobachten ist, keineswegs unveränderlich sind, 2) daß eine unendliche Anzahl von Tatsachen allein durch die Abstammungslehre einen vernünftigen Sinn bekommen, während sie ohne diese unverständlich sind, 3) daß keine Daten vorliegen, die mit dem Abstammungsgedanken unvereinbar wären.

Bezüglich des ersten der genannten Punkte sind die zahlreichen Beobachtungen hervorzuheben, welche direkt eine Umänderung infolge geänderter äußerer Lebensverhältnisse dartun.

Z. B. infolge einer Aenderung der Nahrung. Füttert man Kanarienvögel mit Cayennepfeffer, so werden die Federn gelbrot; grüne Blattläuse, die auf Chrysanthemum gesetzt wurden, nahmen eine schwarze Färbung an. Für manche Schmetterlinge hat man gefunden, daß, wenn man den Larven ein Futter gibt, das von dem gewöhnlichen abweicht, die Schmetterlinge, die sich aus denselben entwickeln, abweichend in der Färbung wurden; füttert man z. B. die Larven der *Vanessa polychloros*, die sich normal von Ulmenblättern ernähren, mit Nesselblättern, so bekommt der Schmetterling eine größere Aehnlichkeit als sonst mit der nahe verwandten *Vanessa urticae*, deren Larven sich von Nesselblättern ernähren. Indem man einige Froschlarven mit Pflanzenfutter allein, andere mit animalischem Futter allein fütterte, entwickelte

sich der Darmkanal ungemein verschieden; bei denjenigen Larven, die Pflanzenfutter bekommen hatten, wurde der Darm viel länger und enger als bei denjenigen, die mit animalischem Futter ernährt worden waren; bei Froschlarven derselben Größe war der Darmkanal im ersteren Fall 8,4 mal, im letzteren Falle nur 4,5 mal so lang wie der Körper. Bei Gänsen, die mit breiigem Futter ernährt werden, wird die Wand des Muskelmagens erheblich schwächer als bei Gänsen, die Körnerfutter erhalten.

Auch eine Aenderung des Salzgehaltes kann umgestaltend wirken. In Salzwasserlachen lebt z. B. am Kaspischen Meer ein kleines Krebstier namens *Artemia salina*. Werden diese Tiere in Wasser gesetzt, das mehr Salz enthält, so wird ihre Form in recht wesentlichem Grade geändert; der Schwanz wird verhältnismäßig länger, die Schwanzanhänge kürzer, der Nebenast der Beine größer. — In einer dänischen Föhrde namens „Lammefjord" (auf Seeland), die durch einen Damm vom Meere abgetrennt und dadurch sehr schwach salzig wurde, entwickelte sich eine Heringsrasse von viel geringerer Größe als die Heringe dort im Meere. Auch in Finland entwickeln sich die Heringe, wenn sie in Süßwasser eingesperrt werden, zu einer Rasse mit besonderen Eigenschaften. — Im „Canal du Midi", der am Ende des 17. Jahrhunderts angelegt wurde (er setzt die Garonne mit dem Mittelmeer in Verbindung), lebt eine besondere kleine Fischart, *Atherina Riqueti*, welche nur an dieser einen Stelle getroffen wird. Ihre nächste Verwandte ist die Art *Atherina Boyeri*, die im Mittelmeer lebt. Hier hat sich im Laufe von höchstens ein paar hundert Jahren eine ausgeprägt selbständige Art im Süßwasser aus einer eingewanderten Meeresform entwickelt[1]).

Auch eine Aenderung der Beleuchtung kann auf die Tiere umgestaltend einwirken; der unter normalen Verhältnissen weißliche Höhlenmolch *Proteus* (Olm) wird z. B., dem Lichte ausgesetzt, gefleckt oder bräunlich: es entwickelt sich in seiner Haut ein sonst fehlendes Pigment. Wenn Stichlinge in ein Glas mit weißem Boden gesetzt werden, blassen sie im Laufe weniger Tage stark ab, und wenn sie fünf bis sechs Wochen unter diesen Verhältnissen gehalten werden, stellt die dunkle Farbe sich nicht wieder ein, selbst wenn man sie in ein Glas mit dunklem Boden setzt[2]); ähnliche Erfahrungen hat man auch mit anderen Fischen gemacht. Für nicht wenige Schmetterlingsarten hat man gefunden, daß die Farbe der Puppe in wesentlichem Grade von der Farbe des Hintergrundes abhängt, auf dem die Larve sich in den letzten Tagen vor der Verpuppung aufhält; hält sich die Larve auf einem hellen Hintergrund (z. B. einer hellen Mauer) auf, so wird die Puppe hell, und umgekehrt.

Für verschiedene Insecten hat man wichtige Erfahrungen gemacht bezüglich der Einwirkung der Temperatur. Eine Anzahl ♂ und ♀ eines amerikanischen Blattkäfers, *Doryphora multitaeniata*, wurden in

1) Man wird natürlich darüber streiten können, ob im letzterwähnten Fall der Salzgehalt oder andere Verhältnisse für die Umbildung maßgebend gewesen sind, was aber für unsere Zwecke ohne Belang ist.

2) Die Aenderung beruht darauf, daß die Pigmentzellen der Haut stark an Größe rückgebildet werden. Mit dieser dauernden Aenderung der Hautfarbe darf man den Farbenwechsel, der bei manchen Tieren (Tintenfischen, Laubfrosch, Chamäleon) gefunden wird, nicht verwechseln; letzterer beruht darauf, daß die Pigmentzellen („Chromatophoren") sich kontrahieren, um sich jedoch bald nachher wieder zu erweitern, oder daß das Pigment zeitweilig in den Zellen umgelagert wird.

einer sehr feuchten und warmen Atmosphäre gehalten, während die Eier noch in Bildung im Körper der Weibchen waren. Aus den abgelegten Eiern kam eine Generation, deren Farbe sehr von dem gewöhnlichen Typus abweichend war, und diese Aenderung hat sich bei den Nachkommen konstant erhalten, obgleich alle abgeänderten Käfer unter normalen äußeren Verhältnissen erzogen wurden. Bei verschiedenen Schmetterlingen hat man nachweisen können, daß, wenn eine Zeitlang eine ungewöhnlich hohe oder niedrige Temperatur auf die Puppen einwirkt, die Farbe des ausgebildeten Schmetterlings wesentlich von der normalen abweichend wird (siehe oben S. 103).

Der vorhin erwähnte Saisondimorphismus ist wahrscheinlich ursprünglich durch die Einwirkung verschiedener Temperaturen auf die Puppen hervorgerufen; in der Tat hat es sich ergeben, daß, wenn man die Sommerpuppen einer niedrigen Temperatur aussetzt, Exemplare erscheinen können, welche der Wintergeneration ähnlich sind.

Von großem Interesse sind auch die Versuche, die man mit dem Landsalamander (*Salamandra maculosa*) und dem Alpensalamander (*S. atra*) gemacht hat. Diese Arten sind beide lebendig gebärend, unterscheiden sich aber dadurch, daß erstere eine größere Anzahl kiementragende Larven gebiert, die zunächst im Wasser leben müssen, während der hochalpine Alpensalamander nur zwei Junge gebiert, die schon im Mutterleibe die Kiemen verloren haben und gleich auf dem Lande leben („Vollmolche"). Durch Einwirkung einer höheren Temperatur (25—30°) und Unterbringung der Tiere in wassergesättigter Umgebung oder in einem niedrigen Wasserbehälter gelang es, derartig auf den Alpensalamander einzuwirken, daß er mehr als zwei, und zwar mit Kiemen ausgestattete Junge gebar, während es andererseits durch Entziehung des Wassers gelang, den Landsalamander dazu zu bringen, eine niedrige Anzahl Vollmolche zu gebären — und zwar haben sich diese Eigenschaften in beiden Fällen auch ohne Fortdauer der Versuchsbedingungen mehr oder weniger vollständig vererbt.

Auch eine besondere Arbeitsleistung kann Aenderungen hervorrufen: Hunde, welche 6 Monate hindurch streng gearbeitet hatten (in einer Art Tretmühle), hatten ein Herz, das zwischen $^1/_{100}$ und $^1/_{112}$ des Körpergewichts wog, während das Herz bei ein paar Kontrollhunden, die während derselben Zeit müßig gewesen, nur $^1/_{150}$—$^1/_{180}$ des Körpergewichts wog. Auch die Skeletmuskulatur hatte während der Arbeit zugenommen.

In manchen Fällen übt die Ueberführung einer Tierform in eine neue Lokalität eine merkwürdige Einwirkung auf dieselbe aus, ohne daß die Ursache näher bestimmbar ist. Ein paar Beispiele werden dies erläutern. In den siebziger Jahren wurde eine kleine Anzahl wilder Truthühner auf eine kleine Insel bei Kalifornien übergeführt; sie gediehen ausgezeichnet, und zehn Jahre später fanden sich zahlreiche Nachkommen davon auf der Insel; das Gewicht der Exemplare war aber auf $^1/_4$ desjenigen der eingeführten Exemplare gesunken: im Laufe weniger Generationen hatte sich eine Zwergform ausgebildet. Auch nach anderen Richtungen hat man bei Ueberführung von Tieren in neue Umgebungen Aenderungen eintreten sehen. Auf die kanarischen Inseln haben die Spanier vor 400 Jahren einen in Südeuropa einheimischen Hühnervogel, das Rothuhn (*Caccabis rufa*), eingeführt. Der Vogel hat sich im Laufe der Zeit sehr kenntlich geändert; der Schnabel ist um ein Viertel kräftiger und länger als beim europäischen Vogel

geworden, der Mittelfuß hat sich ebenfalls verlängert und verdickt, auf der Rückenseite ist der Vogel statt bräunlich grau geworden. Auf Neuseeland hat man vor einer Reihe von Jahren Forellen eingeführt; ihre Nachkommen wichen schon nach etwa zwanzig Jahren in gewissen Charakteren des Kiemendeckels von den europäischen ab.

Es steht somit an und für sich nichts im Wege, daß die Tierformen im Laufe der Zeiten Umänderungen unterworfen gewesen sein können. Und daß diese Veränderungen so groß und umfassend gewesen sind, wie die Theorie es voraussetzt, d. h. daß alle Tiere voneinander abstammen, dafür sprechen die Tatsachen, die im folgenden erwähnt werden sollen.

1. Die Zeugnisse des Systems und der vergleichenden Anatomie.

Von den Daten, die für eine Abstammung sprechen, muß in erster Linie das „System" selbst, die „natürliche Verwandtschaft" der Tiere, die im vorhergehenden Abschnitt erwähnt wurde, hervorgehoben werden. Diese eigenartige Verknüpfung der Tierformen ist die wichtigste Grundlage der Abstammungslehre; die natürliche Verwandtschaft ist ohne letztere sinnlos und unverständlich. Auch die Art und Weise, wie die Tiere aneinander gekettet sind, ist eben die, welche von der Theorie gefordert wird.

Wenn man im Anschluß hieran den Bau der Tiere studiert und diese untereinander vergleicht, so stößt man überall auf Verhältnisse, die nur von der Abstammungslehre aus verständlich sind. Wir sehen, daß Teile, die eine höchst verschiedene Funktion haben, dennoch nach demselben Bauplan geprägt sind: die Mundteile einer Heuschrecke und einer Wanze sind nachweisbar in den großen Zügen nach demselben Grundplan gebaut: Oberlippe, Vorderkiefer, Mittelkiefer, Unterlippe sind bei beiden vorhanden, obgleich die den Mundteilen gestellten Aufgaben total verschieden sind, indem sie bei der einen einen Beißapparat bilden, bei der anderen ein Stech- und Saugwerkzeug. Die Ursache besteht darin, daß beide von einer gemeinsamen Stammform mit denselben Mundteilen herstammen, die sich dann bei der einen Form zu einem Gebrauch, bei der anderen zu einem anderen herausgebildet haben. Wir sehen die Vordergliedmaßen eines Hundes, eines Wals, einer Fledermaus, obgleich sie ganz verschiedenen Zwecken dienen, trotzdem im Knochenbau denselben Grundplan darbieten; wenn sie voneinander unabhängig entstanden wären, so würde das einzig Vernünftige sein, daß jeder seinen eigenen Bauplan hätte; ihre Aehnlichkeit können sie allein einem gemeinsamen Ursprung verdanken. Und so überall.

2. Die rudimentären Organe.

Neben der großen Mehrzahl von Organen, die ganz deutlich Werkzeuge mit bestimmten Funktionen sind, findet man hin und wieder Organe, die ohne jegliche Bedeutung für das betreffende Tier sind, sogenannte rudimentäre Organe.

Als Beispiel solcher Organe kann die Hintergliedmaße des Polarwals angeführt werden, die aus einem Femur und einer Tibia besteht, welche beide im Körper des Tieres verborgen und gänzlich bedeutungslos sind. Die sogenannten Wolfszähne des Pferdes (der vorderste Backenzahn jeder Reihe) bilden ein weiteres Beispiel rudimentärer Organe. Die Augen des Schleimfisches (*Myxine*), des Olms (*Proteus*) und zahlzeicher anderer blinder Tiere, die Flügel des Kiwi (*Apteryx*) und anderer

straußartiger Vögel, die kleinen Flügel mancher Schmetterlingsweibchen sind Beispiele rudimentärer Organe.

Alle diese Organe waren in älterer Zeit ganz unverständlich: sie standen zudem in offenem Widerspruch zu der vernünftigen Einrichtung, die man sonst in der Natur erblickte. Vom Standpunkt der Abstammungslehre sind die rudimentären Organe dagegen ganz selbstverständlich. Wenn die Wale z. B. Rudimente von Hintergliedmaßen besitzen, so hat das darin seinen Grund, daß sie von Landsäugetieren abstammen, die wie die Mehrzahl der Mitglieder dieser Klasse wohlentwickelte Hintergliedmaßen besaßen, welche nachher im Laufe der Zeit während der Anpassung der Tiere ans Wasserleben überflüssig geworden sind und sich rückgebildet haben, indem der Schwanz die Funktion als das wesentliche Bewegungswerkzeug übernahm. Die obenerwähnten blinden Tiere mit Augenrudimenten stammen von sehenden Formen mit wohlentwickelten Augen ab, die Strauße mit Flügelrudimenten von fliegenden Vögeln etc.[1]).

3. Die Zeugnisse der Embryologie.

Auch manche Daten der Embryologie geben Zeugnis für die Abstammungslehre. Dahin gehören in erster Linie die gemeinsamen Züge, welche die erste Entwicklung des Eies darbietet: die Gastrulabildung etc., die bestimmt auf einen gemeinsamen Ursprung aller Metazoen hinweisen. Auch zwischen späteren embryonalen Entwicklungsstufen recht verschiedener Tiere kann eine weitgehende Uebereinstimmung hervortreten: junge Vogel- und Säugetierembryonen können zum Verwechseln ähnlich sein etc.

Auch Larven aus Gruppen, die im ausgebildeten Zustand sehr verschieden sind, können eine überraschende Uebereinstimmung darbieten. Die Crustaceen sind eine der reichsten und mannigfaltigsten Tiergruppen, die man kennt; sie zerfällt in eine Anzahl sehr verschiedener Unterabteilungen. Eine große Menge dieser im erwachsenen Zustande höchst verschiedenartigen Tiere — gewisse Garneelen, Copepoden, Schmarotzerkrebse etc. etc. — durchlaufen das sog. Naupliusstadium, das dadurch charakterisiert ist, daß der Körper, der noch ungegliedert ist, nur drei Paar Anhänge trägt (die späteren Antennen und die Vorderkiefer) und von Augen nur das sog. Stirnauge; der Nauplius schwimmt mittels der genannten Anhänge frei umher. Daß diese gleichartig ausgebildete Larvenform bei so verschiedenartigen Tieren auftritt, ist für die Abstammungslehre leicht verständlich: alle Crustaceen stammen von einer Form ab, die eben eine solche Larve besaß, und letztere hat sich nachher auf diejenigen Crustaceen vererbt, die in der Jetztzeit einen Nauplius besitzen. Von Interesse ist es, daß keineswegs alle Crustaceen ihr Leben mit einem Nauplius-Stadium an-

1) Jedoch nicht für jedes rudimentäre Organ gilt diese Erklärung. Solche Teile wie die rudimentären Milchdrüsen der Säugetiermännchen, der rudimentäre Eileiter mancher Amphibienmännchen, die Rudimente eines Begattungsorgans bei manchen weiblichen Tieren etc. sind in anderer Weise zu erklären. Diese Teile, die immer bei dem einen Geschlecht in wohlentwickeltem und brauchbarem Zustande vorhanden sind, wurden wahrscheinlich durch Vererbung von diesem auf das andere übertragen. Die Milchdrüsen sind z. B. wahrscheinlich zunächst nur bei den Weibchen vorhanden gewesen und von diesen dann auch auf die Männchen vererbt worden; umgekehrt sind die Begattungsorgane zuerst wohl gewöhnlich nur bei den Männchen vorhanden gewesen, dann aber in rudimentärem Zustande auch auf die Weibchen übertragen worden.

fangen; bei manchen hat das Ei eine bedeutendere Größe erreicht, und sie entwickeln sich dann innerhalb des Eies weiter, so daß sie dieses mit einer größeren Anzahl von Gliedmaßen verlassen, was ebenfalls vom Standpunkt der Abstammungslehre natürlich ist. — Aehnliche Verhältnisse wie bei den Crustaceen findet man auch z. B. bei den Mollusken, bei denen ebenfalls vielfach eine gemeinsame Larvenform auftritt.

Eine Erscheinung, die ein großes Interesse darbietet, ist, daß während der Entwicklung bisweilen Strukturen sich ausbilden, welche für das betreffende Tier ohne Bedeutung sind und auch wieder verschwinden, die aber Verhältnissen entsprechen, die bei anderen verwandten Tieren eine wirkliche Bedeutung haben. So werden z. B. in den Kiefern der Bartenwale, die bekanntlich in ausgebildetem Zustand zahnlos sind, Zähne angelegt, ebenso wie bei den Zahnwalen und anderen Säugetieren; diese Zähne treten aber niemals in Funktion und werden später resorbiert. Da man annehmen muß, daß die Bartenwale von zahntragenden Säugetieren abstammen, ist dies vom Standpunkt der Abstammungslehre in keiner Weise überraschend, während es sonst sinnlos sein würde. Bei manchen Walen werden die Hintergliedmaßen ebenso wie bei anderen Säugetieren als kleine Warzen auf der Oberfläche des Tieres angelegt (Fig. 91); sie verschwinden später völlig. Bei allen Wirbeltieren wird hinten am Kopf jederseits eine Reihe von Spalten angelegt, die von der Mundhöhle bis an die Oberfläche gehen; bei Fischen und Amphibien werden dieselben zu den Kiemenspalten, bei den anderen dagegen schließen sie sich wieder. Es ist offenbar, daß diese Spalten auf das bestimmteste darauf hinweisen, daß die höheren Wirbeltiere von kiemenatmenden Wirbeltieren abstammen; ohne diese Annahme hat die ganze Einrichtung keinen vernünftigen Sinn. Auch das Gefäßsystem der Wirbeltiere wird immer angelegt, als ob Kiemen ausgebildet werden sollten (siehe die Wirbeltiere), und wird nachher im Laufe des Embryonallebens zur definitiven Gestalt umgebildet.



Fig. 91. Embryo eines Bartenwals (2½ mal vergr.) mit Anlagen von Hintergliedmaßen, die später verschwinden. *b* Hintergliedmaßen, *f* Vordergliedmaßen, *n* Nabelstrang, *o* Ohröffnung, *p* Penis. — Nach Kükenthal.

Die oben erwähnten embryologischen Daten haben die Aufstellung des sogenannten biogenetischen Grundgesetzes veranlaßt, nach dem die Entwicklungsgeschichte (Ontogenie) eines Tieres eine kurze Wiederholung seiner Entwicklung durch die Zeiten (Phylogenie) wäre; jedes Tier sollte während seiner Entwicklung zuerst seine ältesten Ahnen, nachher allmählich die späteren, jedenfalls kurz zusammengefaßt, repräsentieren. Es gibt allerdings während der Entwicklung Erscheinungen, die in dieser Richtung deuten: es ist z. B. jedes Tier gewissermaßen im Anfang ein

Protozoon (das Ei), was man als den Ausgangspunkt aller Metazoen ansehen muß; und das biogenetische Grundgesetz enthält weiter die zweifellose Wahrheit, daß während der Entwicklung oftmals Erbstücke von den Vorfahren gefunden werden, die später in Wegfall kommen (die Kiemenspalten der höheren Wirbeltiere etc.); in der scharfen Gestalt, in welcher es formuliert ist, kann man aber nicht sagen, daß das „biogenetische Grundgesetz“ das richtige trifft; und es hilft wenig, daß man versucht hat, über die Schwierigkeiten hinwegzukommen, indem man von „Fälschungen der Ontogenie“ geredet hat, was nichts erklärt.

4. Die Zeugnisse der Tiergeographie.

Auch die Lehre von der Verbreitung der Tiere, die Tiergeographie, gibt eine wertvolle Stütze für die Abstammungslehre ab.

Wenn man verschiedene Abschnitte der Erdoberfläche miteinander vergleicht, so zeigt sich, daß sie einen verschiedenen Bestand von Tieren haben, selbst wenn man solche Regionen nebeneinander stellt, die ähnliche klimatische Verhältnisse darbieten. Vergleicht man z. B. Südamerika, Afrika und Australien miteinander, so sind die Unterschiede sehr auffallend. Die letztgenannte Region beherbergt von Säugetieren nur Kloakentiere (die sonst nirgends gefunden werden), Beuteltiere (die in Afrika ganz fehlen und in Südamerika fast nur durch Beutelratten repräsentiert sind), eine Anzahl Fledermäuse und einzelne kleine Nager. In Südamerika findet man von Affen allein die Platyrrhinen, in Afrika allein die davon sehr verschiedenen Catarrhinen. Von Edentaten finden sich in Südamerika Faultiere, Ameisenfresser und Gürteltiere, die sämtlich in Afrika fehlen, während an letzterer Stelle Schuppentiere und Erdferkel vorkommen, die in Südamerika fehlen. In Afrika leben eine Anzahl Pferdearten, Nashörner, Flußpferde, ein Elefant, welche Formen gänzlich in Südamerika fehlen, wo wir dagegen einen Repräsentanten der in Afrika fehlenden Gattung Tapirus finden. Insectivoren und Hohlhörner — die in Afrika reich vertreten sind — fehlen ebenfalls gänzlich in Südamerika. Aehnliche Unterschiede sind für manche Vogelgruppen und für andere Abteilungen zu verzeichnen.

Diese Verhältnisse sind ohne die Annahme der Abstammungslehre gänzlich unbegreiflich. Von letzterer aus sind sie dagegen unschwer zu verstehen. Die genannten drei Regionen sind durch weite Meeresstrecken voneinander getrennt und haben sich wahrscheinlich ähnlich durch lange Zeiträume verhalten, und während der langen Zeit der Trennung hat sich die Fauna jeder besonders entwickelt: Formen, die eventuell ursprünglich gemeinsam waren, sind an einer Stelle ausgestorben, an anderer Stelle erhalten geblieben; neue Formen sind unabhängig an jeder Stelle entstanden. Am längsten scheint Australien isoliert gewesen zu sein, schon von einer Zeit her, da von Säugetieren nur die niedersten Gruppen, Kloakentiere und Beuteltiere, existierten; unterdessen haben sich anderswo die placentalen Säugetiere entwickelt, von denen nur solche in Australien vorkommen, die fliegen können (für die also das Meer kein unübersteigbares Hindernis darstellt) oder Kleintiere sind, die eventuell an schwimmenden Holzstämmen über das Meer getragen werden konnten. Aber auch Südamerika und Afrika sind so lange getrennt gewesen, daß die Fauna an jeder Stelle sich äußerst verschieden hat entwickeln können. — Aehnliche Betrachtungen lassen sich für die anderen großen Regionen anstellen.

Ein großes Interesse für die Abstammungslehre bieten die faunistischen Verhältnisse dar, welche die Inseln der verschiedenen Teile der Erde aufweisen: je nachdem die betreffenden Inseln spät oder früh von dem nächstliegenden Festland abgetrennt sind, und je nach dem verschiedenen Abstand vom Festland und der verschiedenen Tiefe des Meeres zwischen Insel und Festland, verhält sich die Inselfauna verschieden: die Fauna der Britischen Inseln, die spät vom Kontinent getrennt worden sind und nicht sehr weit von diesen liegen, enthält nur wenige besondere Arten; die Japanischen Inseln, die etwas weiter abliegen und wahrscheinlich etwas früher abgetrennt sind, besitzen eine Fauna, die bedeutend abweichender von der des Festlandes ist; Madagascar, das noch früher abgetrennt wurde, hat eine sehr eigentümliche Fauna. Die Galapagos-Inseln, die 5—600 englische Meilen von Südamerika liegen und durch ziemlich lange Zeit abgetrennt gewesen sind, haben, wie zu erwarten, ein Tierleben von wesentlich südamerikanischem Gepräge, das aber größtenteils aus besonderen Arten und Gattungen zusammengesetzt ist; von speziellem Interesse ist es, daß z. B. die Vögel nicht dieselben auf allen Inseln der Gruppe sind, sondern zum Teil durch besondere Arten oder Varietäten vertreten sind; besonders auf den nördlichen Inseln, die am weitesten von den anderen abliegen, sind fast alle Landvögel von denen der anderen verschieden. Höchst interessante und eigentümliche Verhältnisse bieten derartige Inseln wie die Sandwich-Inseln dar, die durch vulkanische Wirkungen mitten im Meere entstanden sind und deren ganze höchst eigenartige Fauna Tieren entstammt, die zufällig mit gestrandetem Treibholz oder ähnlichem importiert wurden, oder von zugeflogenen oder verschlagenen Tieren: der ganze Charakter der Fauna entspricht dieser Herkunft. Alle diese Verhältnisse sind ganz und gar unverständlich, wenn man nicht von der Abstammungslehre ausgeht.

5. Die Zeugnisse der Geologie.

Da die Abstammung der Tierformen voneinander, wenn sie stattgefunden hat, eine Reihe von historischen Ereignissen ist, muß selbstverständlich untersucht werden, was das Zeugnis der Geschichte ist. Die historische Disziplin, von der hier die Rede, ist die Geologie, die Lehre von der Entwicklung der Erde, zu deren Aufgabe auch die gehört, durch das Studium der in der Erdkruste eingeschlossenen tierischen Ueberreste, der sog. „Versteinerungen“, sich in das Tierleben früherer Zeiten einen Einblick zu verschaffen (Paläontologie der Tiere, Paläozoologie).

Daß die Erdrinde tierische Ueberreste enthalten kann, wird aus dem Folgenden verständlich sein. In allen natürlichen Gewässern der Erde, besonders aber im Meere, findet eine beständige Ablagerung von feineren oder gröberen Teilchen statt, welche im Wasser aufgeschlemmt oder aufgelöst gewesen sind: der Wellenschlag reißt Teile der Küste los, oft durch die Einwirkung der Luft auf diese unterstützt, und die so abgetragenen Teile setzen sich wieder ab; die Flüsse führen große Massen aufgeschlemmten Materials ins Meer hinaus, die toten Schalen zahlloser kleiner Organismen, die im Meere leben, sinken auf dessen Boden hinab. Auf diese Weise entstehen auf dem Meeresboden ausgedehnte Ablagerungen in Form von Schlamm, Sand oder Geröll; im Laufe der

Zeit finden oft Aenderungen in denselben statt, so daß die zunächst ganz losen Ablagerungen sich zu festeren Massen, Tonschiefer, Kalksteinen, Sandsteinen etc., umbilden. Die Ablagerungen lassen Schichten erkennen; das Aufhören einer Schicht und der Anfang einer neuen bedeutet, daß entweder eine Unterbrechung des Niederschlages stattgefunden hat oder daß eine mehr oder weniger veränderte Ablagerung ihren Anfang genommen hat. Ganz ähnliche Verhältnisse finden sich in größeren Binnenseen, in geringerem Maßstabe auch in kleineren. Andere Schichten bestehen aus vulkanischer Asche, die mächtigen Eruptionen entstammt und durch welche große Landstrecken überdeckt wurden, oftmals unter gleichzeitiger vorübergehender Ueberflutung derselben durch Wasser, wegen Stauung der Flüsse durch die Aschenmassen.

Eine derartige Bildung von Schichten hat seit den ältesten Zeiten stattgefunden, und in diesen Schichten wurden Ueberreste von den Tieren früherer Zeiten eingebettet, soweit letztere im Wasser lebten oder nach dem Tode zufällig hinein gerieten resp. von vulkanischer Asche eingeschlossen wurden. Es würde uns aber wenig helfen, daß in den Ablagerungen auf dem Boden des Meeres oder in Binnenseen etc. tierische Ueberreste aus früheren Zeiten eingebettet liegen, wenn uns nicht ein Zutritt zu ihnen ermöglicht wäre. Durch die großen Aenderungen der Form der Erdoberfläche, die im Laufe der Zeiten stattgefunden haben und immer noch stattfinden, ist dies aber eben erreicht worden. Teile der Erdoberfläche, welche in früheren Zeiten vom Meere bedeckt waren, sind durch Hebungen zu trockenem Lande geworden, wodurch eine Möglichkeit für eine Untersuchung gegeben ist; Binnenseen sind ausgetrocknet und so ihr Boden zugänglicher gemacht. Weiter sind an manchen Stellen in vielfacher Weise natürliche Durchschnitte (Profile) der Schichten zustande gekommen, wodurch die zu verschiedenen Epochen in die Ablagerungen eingebetteten Ueberreste wieder teilweise ans Licht gefördert worden sind.

Die tierischen Ueberreste, die in den Erdschichten gefunden werden, pflegt man mit dem gemeinsamen Namen Versteinerungen[1]) oder Fossilien zu bezeichnen. In der Regel sind es nur die festen, besonders die verkalkten Teile, die sich erhalten haben; nur ganz ausnahmsweise haben weiche Teile Spuren hinterlassen; so hat man in dem Eise Sibiriens ganze Leichen ausgestorbener Elefanten und Nashörner gefunden; in Höhlen Südamerikas eingetrocknete Hautstücke eines ausgestorbenen Edentaten (Grypotherium); in dem lithographischen Schiefer in Bayern Abdrücke von Medusen. Wenn weiche Teile, z. B. Muskeln von Fischen, schnell von einer abgelagerten Masse umgeben und nachher von irgendeiner Lösung durchdrungen sind, die in ihnen ausgefällt ist, so bleibt in seltenen Fällen ihre Struktur in der Gesteinsmasse bewahrt, selbst wenn ihr ursprünglicher Stoff ganz verschwunden ist. In der Regel sind aber alle Weichteile verschwunden. Was die festen Teile betrifft, so sind solche, die aus Chitin oder Horn bestanden, in der Regel ebenfalls zugrunde gegangen oder haben lediglich Abdrücke in der Gesteinsmasse hinterlassen (in Bernstein — Harz von Nadelhölzern der Vorzeit — sind jedoch bisweilen Insecten eingeschlossen und haben sich bis in unsere Zeit

1) Der Name „Versteinerungen" ist wenig zutreffend, denn man findet die fraglichen Ueberreste eigentlich nur mehr ausnahmsweise in einem solchen Zustande, daß sie als „versteinert" bezeichnet werden können.

aufs schönste erhalten). Meistens sind es jedoch nur verkalkte Teile, Knochen, Molluskenschalen etc., die aufbewahrt wurden. Dieselben sind in manchen Fällen ziemlich unverändert geblieben; man findet z. B. oft Knochen völlig unverändert (abgesehen davon, daß ihre organischen Stoffe verschwunden, nur die Kalksalze übrig geblieben sind, weshalb auch solche fossile Knochen leichter sind als die frischen); ebenso findet man öfters die Schalen von Mollusken, Echinodermen etc. ziemlich unverändert. In anderen Fällen sind Knochen oder Schalen von einem anderen Stoff, z. B. von Kieselsäure, die im Wasser aufgelöst gewesen, durchdrungen oder ausgefüllt; man findet z. B. nicht selten Seeigelschalen aus der Kreideperiode, die mit Kieselsäure (Feuerstein) ausgefüllt sind, oder steinharte, verkieselte Knochen, in deren feinste Lücken überall Kieselsäure eingedrungen ist. Oft sind es nicht mehr die festen Teile selbst, die man findet, sondern bloße Abdrücke davon in der Gesteinsmasse, in die sie eingebettet wurden; zuweilen sind Schalen, die zunächst von Kieselsäure ausgefüllt wurden, später aufgelöst, so daß bloß der Feuersteinkern, mit einem Abdruck der Innenseite der Schale an seiner Oberfläche, übrig geblieben ist, etc.

Das Bild, das man sich durch das Studium der Versteinerungen von dem Tierleben früherer Zeiten bilden kann, muß selbstverständlich ein höchst mangelhaftes sein. Nur ein äußerst geringer Bruchteil des zu einer gegebenen Zeit vorhandenen Tierlebens wird in den Ablagerungen Ueberreste hinterlassen, der weitaus größere Teil wird spurlos verschwinden. Von den Tieren werden erstens alle diejenigen, die kein Skelet besitzen, so gut wie ausnahmslos ganz verschwinden. Von den übrigen werden die Landtiere verhältnismäßig geringe Chancen haben, der Nachwelt erhalten zu bleiben; das wird etwa geschehen können, wenn sie von vulkanischem Aschenregen — was mancherorts stattgefunden hat — überdeckt werden, oder wenn sie ertrinken und in große Binnenseen hinausgespült werden, oder wenn sie in einer Höhle zur Ruhe kommen, wo die Knochen in eingeschwemmter Erde oder ähnlichem eingelagert werden; dagegen werden alle diejenigen, die nach ihrem Tode auf dem trockenen Lande liegen bleiben, bald völlig aufgelöst werden (auch die festen Teile). Die Wassertiere, besonders die Meerestiere, mit festen Teilen in oder um sich, haben dagegen bessere Aussichten, der Nachwelt aufbewahrt zu werden, aber selbst von diesen wird der allergrößte Teil der Individuen, auch abgesehen von denen, die von einem anderen Tiere aufgefressen werden, ganz verschwinden, schon deshalb, weil sich keineswegs jede Stelle des Meeresbodens für eine dauernde Aufbewahrung eignet. Und von den Teilen, die in früheren Zeiten an geeigneten Stellen eingebettet und so erhalten wurden, sind später viele wieder verloren gegangen, indem die Schichten z. B. vulkanischen Einwirkungen ausgesetzt wurden, welche die Spuren des organischen Lebens auswischten. Endlich ist hervorzuheben, daß nur ein äußerst geringer Teil des in den Schichten bis auf unsere Tage erhaltenen Materials der Untersuchung des Menschen zugänglich ist; das Allermeiste ist gar zu gut verwahrt. Alles dies muß man bedenken, wenn man die Bedeutung des Bildes beurteilen will, das die Untersuchung der Fossilien von den Verhältnissen des Tierlebens in vergangenen Zeiten liefert.

Aus dieser Untersuchung ergibt sich nun, daß das Tierleben von den ältesten Zeiten bis jetzt große allmähliche Veränderungen durch-

laufen hat; die verschiedenen Perioden [1]), in welche die Entwicklungsgeschichte der Erde geteilt wird, werden eben durch den verschiedenen Inhalt an pflanzlichen und tierischen Ueberresten charakterisiert, die in den während derselben abgelagerten Schichten gefunden werden, durch die verschiedenen Floren und Faunen, die in ihnen gelebt haben. Je weiter wir in der Zeit zurückgehen, um so abweichender von der jetzt lebenden wird die Tier- (und die Pflanzen-)Welt. Diejenigen Tiere, die in den älteren Formationen gefunden werden, können zwar meistens ohne Schwierigkeit in unsere, für die jetzt lebenden Tiere aufgestellten Tierkreise und -klassen eingeordnet werden; sie gehören aber ohne Ausnahme anderen Arten und Gattungen, öfters auch Familien und Ordnungen an, die heutzutage nicht vertreten sind; und dazu kommt noch, daß große Abteilungen, die zu den augenfälligsten Bestandteilen des jetzigen Tierlebens gehören, damals gar nicht vorhanden waren. So sind z. B. die Wirbeltiere in den ältesten Formationen bis auf die devonische inkl. nur durch Fische vertreten, während Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugetiere völlig fehlten. Nach den obigen Bemerkungen muß man allerdings sehr vorsichtig damit sein, aus dem Umstande, daß gewisse Tierformen in einer gegebenen Formation nicht gefunden sind, zu schließen, daß sie in der betreffenden Periode nicht gelebt haben; so viel darf man jedoch sagen, daß wenn die betreffenden Abteilungen in jenen alten Zeiten einigermaßen reichlich vertreten gewesen wären, man ohne Zweifel einige Ueberreste davon gefunden haben würde. Je näher die Perioden, aus denen die Formationen stammen, der Jetztzeit liegen, desto mehr hat die Tierwelt ein Gepräge, das dem der jetzt lebenden Tierwelt ähnlich ist.

Dies stimmt genau mit dem, was man nach der Abstammungslehre erwarten müßte. Von den Gegnern dieser Theorie wird zwar die Meinung ausgesprochen, daß der Inhalt der Schichten, wenn die Theorie richtig wäre, eine weit vollständigere Geschichte der Entwicklung der Tierwelt liefern müßte, und sie heben weiter hervor, daß man schon in den ältesten versteinerungsführenden Formationen eine kleine Tierwelt findet, die, so arm sie auch erscheint, jedenfalls über dem Standpunkt erhaben ist, den die ursprüngliche Tierwelt nach der Abstammungslehre eingenommen haben mußte. Der erstere Einwand wird jedoch schon durch einen Hinweis auf die vorhin gemachten Bemerkungen hinfällig, aus denen hervorgeht, daß unsere Kenntnis von den Faunen der früheren Zeiten notwendigerweise äußerst unvollständig

---

1) Uebersicht der versteinerungsführenden Formationen.

Zeit	Formation	
Känozoische Zeit.	Quartärformation.	
	Tertiärformation	Pliocän.
		Miocän.
		Oligocän.
		Eocän.
Mesozoische Zeit.	Kreideformation.	
	Juraformation.	
	Triasformation.	
Paläozoische Zeit.	Permische Formation.	
	Kohlenformation.	
	Devonformation.	
	Silurformation.	
	Cambrische Formation.	
Proterozoische Zeit.	Präcambrische Formation	

sein muß. Und was den zweiten Einwand betrifft, so muß hervorgehoben werden, daß wir keineswegs sagen können, daß jene ältesten unter den bekannten Tierformen auch die ältesten sind, die überhaupt existiert haben; es ist vielmehr sehr möglich, daß sie eine lange Reihe unbekannter Vorgänger gehabt haben; unterhalb jener Formationen kann die Geologie nämlich noch ältere nachweisen, die wahrscheinlich auch im Wasser abgelagert wurden, aber im Laufe der Zeit derartig umgebildet (metamorphosiert) sind, daß es nicht wunderbar ist, wenn das damalige, vielleicht größtenteils aus skeletlosen Formen bestehende Tierleben keine Spuren hinterlassen hat [1]).

Und wenn man das Auftreten einzelner Abteilungen im Laufe der Zeiten betrachtet, so erhält man einen ähnlichen Eindruck von dem engen Anschlusse der Tatsachen an die Abstammungslehre. Solches ist z. B. bei den Wirbeltierklassen der Fall. Wenn man, auf eine Untersuchung des Baues der verschiedenen Hauptabteilungen der Wirbeltiere gestützt, einen Wirbeltier-„Stammbaum" in großen Zügen entwirft, so wird derselbe (wenn man von Amphioxus absieht) folgendermaßen aussehen: die Fische sind die ursprünglichsten, von diesen sind die Amphibien ausgegangen, von den Amphibien wieder die Reptilien und von letzteren einerseits die Vögel, andererseits die Säugetiere. Dem ent-

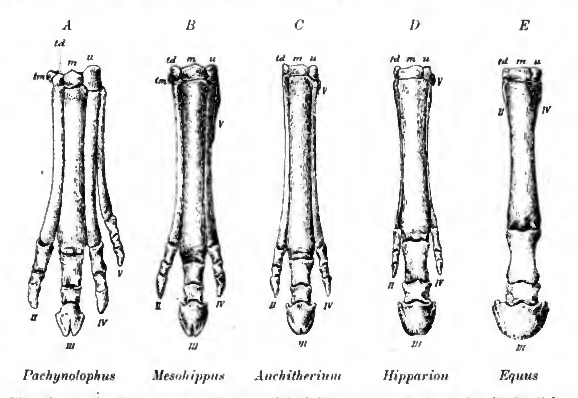


Fig. 92. Vorderfüße von verschiedenen Pferdeformen *II—V* zweite bis fünfte Zehe (resp. das entsprechende Metacarpale). *m, td, tm, u* Handwurzelknochen. — Nach Cope, Marsh, Scott und Gaudry.

spricht genau, was wir in den Erdschichten finden: die Fische sind die einzigen Wirbeltiere der Silur- und Devonformation: in der Kohlenformation finden wir die ersten Amphibien, später, in den jüngsten

1) Gewisse dieser alten Schichten haben sogar einen solchen Charakter, daß es wahrscheinlich ist, daß Organismen bei ihrer Bildung mitgewirkt haben; namentlich deutet das Vorhandensein von Kalk und Graphit darauf hin.

Teilen der Kohlenformation, die ersten Reptilien, in der Triasformation die ersten Säugetiere, im Jura die ersten Vögel. — Aehnliches finden wir auch, wenn wir speziellere Beispiele untersuchen. Unter den jetzt lebenden Säugetieren ist das Pferd bekanntlich eine in gewisser Hinsicht, namentlich im Fußbaue, sehr eigentümlich und abweichend gebildete Form. Das Pferd ist spät aufgetreten; erst aus der Pliocänzeit kennt man wirkliche Pferde (*Equus*) mit einer einzigen Zehe an jedem Fuß, ebenso wie die jetzt lebenden. Aber schon im jüngeren Teil der Miocänzeit lebte eine andere, mit dem Pferde nahe verwandte Form, *Hipparion*, die jedoch außer der Mittelzehe die Zehen 2 und 4, als kleine Nebenzehen ausgebildet, besaß (Fig 92); *Hipparion* lebte bis in die Pliocänzeit hinein, starb aber in dieser aus. In älteren Teilen der Miocänformation, in denen *Hipparion* noch nicht auftritt, findet man eine dritte Gattung, welche mit dem Pferde zwar verwandt ist, aber ihm doch merklich ferner steht, *Anchitherium* (*Miohippus*), die dieselben Nebenzehen wie *Hipparion* besitzt, aber länger und kräftiger; auch im Baue der Zähne etc. entfernt sie sich mehr vom Pferde. Im Oligocän und in den ältesten Teilen des Miocän ist *Anchitherium* vertreten durch eine andere, ähnliche Form, *Mesohippus*, bei der am Vorderfuß noch ein ansehnliches Rudiment des fünften Mittelfußknochens vorhanden ist. Im Eocän endlich findet man die Gattung *Pachynolophus*, bei der die Zehen 2 und 4 verhältnismäßig nur wenig schwächer sind als No. 3 und bei der am Vorderfuß die Zehe No. 5 vollständig entwickelt ist, wenn auch bedeutend kleiner als die übrigen. Wenn man nach den Verhältnissen des Körperbaues den Stammbaum des Pferdes konstruieren will, so ist es sicher, daß man das Pferd (*Equus*) von *Hipparion*, dieses von *Anchitherium*, dieses wieder von *Mesohippus* und letzteren von *Pachynolophus* ableiten muß; wie man sieht, stimmt die geologische Reihenfolge genau dazu.

Aehnliche Erfahrungen liegen auch bezüglich anderer Gruppen vor: man vergleiche z. B. die Mitteilungen im Speziellen Teil über die Cameliden, die Wale, die Sirenen, die Elefanten, die Vögel (Archaeopteryx). Von den Seeigeln sind die Regulären schon aus dem Perm, die von ihnen offenbar abzuleitenden Irregulären (vergl. den Speziellen Teil) erst aus dem Jura bekannt. Von den geflügelten Insecten sind die offenbar ursprünglichsten, die Geradflügler, auch die zuerst auftretenden. Wenn man nicht für alle Gruppen imstande ist, solches nachzuweisen, so hat das seinen ganz natürlichen Grund in unserer fragmentarischen Kenntnis von den ausgestorbenen Formen.

Die im vorhergehenden begründete Abstammungslehre hat besonders durch die Arbeiten des englischen Naturforschers Charles Darwin[1]) allgemeine Annahme gefunden, weshalb sie auch häufig als „Darwinismus“ bezeichnet wird. Er hat sich aber nicht damit begnügt, darzulegen, daß eine Abstammung stattgefunden hat, sondern suchte zugleich nachzuweisen, welche Kräfte diese geleitet haben mögen. Das Hauptgewicht hat er in diesem Zusammenhang auf die sog. **Selectionstheorie** gelegt.

1) Geboren 1809, gestorben 1882. Sein grundlegendes Werk „On the Origin of Species“ erschien zum erstenmal 1859.

Durch seine umfassenden Studien über die Haustiere und die Kulturpflanzen hatte D. einen lebhaften Eindruck von der Bedeutung der Auswahl von Zuchttieren für die Entwicklung der Haustierrassen gewonnen. Im Laufe verhältnismäßig kurzer Zeit kann man, wenn man immer diejenigen Tiere zur Zucht auswählt, die einem am besten zusagen, in manchen Fällen eine Rasse nach seinem Wunsch erhalten. Wenn man in der Natur etwas finden könnte, was in der Wirkung der Rassenauswahl des Menschen entspräche, eine Kraft, die sozusagen aufpaßte und diejenigen Exemplare, welche nützliche Variationen besitzen, auswählte und somit dafür sorgte, daß letztere auf die Nachwelt vererbt würden, — dann würde man eine natürliche Erklärung der vielen nützlichen Einrichtungen haben. Da beständig eine weit größere Anzahl Exemplare jeder Art geboren werden, als irgendwie in der Welt Platz finden können, so ist insofern genug zur Auswahl vorhanden. Darwin war nun der Meinung, daß der ebenfalls zweifellose „Kampf ums Dasein" (*struggle for life*) es wäre, der die Wahl ausführe, derart, daß die ausgezeichnetsten Individuen den Kampf überlebten und daß jede kleine günstige Abweichung auf diese Weise die Aussicht habe, erhalten zu werden. Wenn es z. B. für ein Säugetier nützlich wäre, schnellfüßig zu sein, so würden diejenigen Exemplare, die ein bißchen hochbeiniger als die übrigen wären, Aussicht haben, im Kampfe ums Dasein zu siegen und dadurch auf die Entwicklung in der genannten Richtung einwirken; die kleinen nützlichen Variationen, die im Laufe der Zeit zufällig auftauchten, sollten in dieser Weise angesammelt werden: natürliche Auswahl (*natural selection*).

Positive Beobachtungen in der genannten Richtung liegen jedoch nicht vor, die Beispiele, welche Darwin zur Illustration des Vorganges bei der natürlichen Auswahl anführt, sind nicht der Wirklichkeit entnommen, und die Fälle, die man von wirklicher Umbildung kennt (siehe oben S. 113—116), zeigen keine Andeutung davon, daß eine „natural selection" tätig gewesen sei. Hierzu kommt noch, daß viele der Charaktere, welche die Arten unterscheiden — kleine Unterschiede in der Zeichnung etc. — nach ihrer Natur als für das Wohlbefinden der Art vollkommen gleichgültig nicht auf diese Weise entstanden gedacht werden können. Aber andererseits muß es zugegeben werden, daß viele andere Erscheinungen, die man im Tierreich trifft, allerdings von solcher Beschaffenheit sind, daß man in hohem Grade das Bedürfnis zur Annahme eines auswählenden Prinzips fühlt: die unverkennbare Zweckmäßigkeit, welche an so vielen Punkten sich geltend macht, die merkwürdigen Fälle von Schutzähnlichkeit, welche später erwähnt werden sollen (S. 139—140) etc. Aber eine eigentlich positive Grundlage fehlt der Selectionstheorie vorläufig.

Der Vorgänger Darwins, Lamarck[1]), war der Ansicht, daß die Umbildung der Arten infolge davon stattgefunden habe, daß die äußeren Lebensverhältnisse sich im Laufe der Zeiten änderten und auf die Tiere einwirkten, und weiter infolge eines stärkeren oder schwächeren Gebrauches der Organe. Daß solche Verhältnisse ihre Bedeutung haben, ist sicher und wird auch von Darwin anerkannt; die oben S. 113 ff. erwähnten Fälle von einer Einwirkung der Nahrung, des Salzgehaltes und anderer äußerer Faktoren auf die Tiere zeigen

1) Geboren 1744, gestorben 1829. Er veröffentlichte 1809 eine „Philosophie zoologique", in der er seine Gedanken über die Abstammung der Tiere aussprach.

das ohne weiteres. Vieles läßt sich wahrscheinlich auf diesem Wege erklären, wenn auch möglicherweise Lamarck die Dinge zu naiv betrachtet hat, wenn er z. B. meint, der lange Hals der Giraffe oder die langen Beine der Watvögel wären infolge davon entstanden, daß die Tiere die betreffenden Körperteile so weit wie möglich gestreckt hätten. Der Gedankengang Lamarcks ist in späteren Jahren von verschiedener Seite wieder aufgenommen worden (**Neo-Lamarckismus**).

Nach der von Moriz Wagner aufgestellten **Migrationstheorie** ist es eine Vorbedingung für die Entstehung neuer Arten, daß eine Gruppe Individuen auf irgend eine Weise von dem Rest ihrer Artgenossen getrennt wird, z. B. dadurch, daß sie in eine Gegend einwandern, wo die Art vorher nicht vorhanden war und wo sie nachher durch lange Zeiten von den übrigen isoliert sind. Selbst wenn man die Wagnersche Theorie nicht in ihrer vollen Ausdehnung annimmt, muß man zugeben, daß solches zweifellos eine große Rolle gespielt hat; zahlreiche Arten sind offenbar in dieser Weise entstanden; die Erfahrungen, die oben (S. 115—116) bezüglich der nachweisbaren Umbildung von Inselformen mitgeteilt sind, deuten sehr darauf hin, daß die Isolierung ein Faktor von großer Bedeutung ist.

Bisweilen findet man die Erscheinung, daß eine Art an irgend einer Stelle plötzlich in mehreren recht scharf unterschiedenen, sehr erbfesten Formen auftritt. Der holländische Botaniker de Vries hat auf dieser Basis seine **Mutationstheorie** aufgestellt, nach der neue Arten sich lediglich aus solchen „Mutationen" entwickeln sollen, während die gewöhnlichen, oft fast unmerklichen Variationen nach de Vries in dieser Beziehung ohne Bedeutung sein sollen, indem sie nur hin und zurück wallen, aber keine bleibende Bedeutung haben sollen (fluktuierende Variationen) und somit die Bildung neuer Arten nicht veranlassen können. Daß die Mutationen einen solchen besonderen Wert haben sollten, ist jedoch nicht sehr wahrscheinlich.

Homologie, Analogie. Während der allmählichen Umbildung der Tierformen im Laufe der Zeiten haben sich die einzelnen Teile des Organismus oft sehr stark verändert, ja ein Organ hat sogar nicht selten seine ursprüngliche Funktion verloren und eine neue übernommen. Organe oder Körperteile, die auf einen gemeinsamen Ursprung zurückgeführt werden können, mag die Funktion dieselbe oder eine verschiedene sein, werden als homolog bezeichnet: der Arm eines Menschen ist dem Vorderbein eines Hundes und dem Flügel eines Vogels homolog, obgleich die Funktion in allen Fällen eine verschiedene ist. Andererseits kommt es häufig vor, daß die gleiche Funktion bei einem Tiere von einem Organ, bei einem anderen von einem anderen Organ übernommen ist; derartige, nach ihrem Ursprung verschiedene, nach ihrer Funktion gleichwertige Teile werden als analog bezeichnet: das Auge der Wirbeltiere ist z. B. dem der Schnecken analog.

Derjenige Teil unserer Wissenschaft, dem es als besondere Aufgabe obliegt, den Homologien nachzuspüren und die Umwandlungen der Organe darzustellen, wird als Vergleichende Anatomie bezeichnet; mit der Embryologie zusammen bildet sie die Morphologie der Tiere.

IX. Biologie.

Die Biologie (in engerem Sinne)[1]) behandelt die Lebensweise der Tiere, ihr Verhältnis zur umgebenden Natur etc. Verschiedene biologische Fragen sind schon gelegentlich bei den Organen, bei der Entwicklungsgeschichte und unter Physiologie behandelt; wir betrachten im folgenden einige andere von allgemeinerem Interesse.

1. Die Verteilung der Tierwelt auf der Erdoberfläche.

Nach den verschiedenen Verhältnissen der Umgebung ist die Tierwelt sehr verschiedenartig entwickelt; gewisse Gruppen leben besonders unter diesen, andere unter jenen Verhältnissen; Mitglieder derselben Abteilung, die sich unter ungleichen äußeren Verhältnissen befinden, sind in mehr oder weniger enger Anpassung an die Umgebung verschieden ausgebildet. Andererseits können gemeinsame äußere Verhältnisse oft den Mitgliedern verschiedener Abteilungen, die in denselben leben, in gewissen Richtungen ein gemeinsames Gepräge aufdrücken (Fische, Wale).

Ausgeprägte **Landtier**-Gruppen sind die Säugetiere, Vögel, Reptilien, Insecten, Spinnentiere und Tausendfüßler, weniger ausgeprägt die Amphibien, die halbwegs Wassertiere sind. Außerdem hat eine Anzahl Formen aus Gruppen, die überwiegend dem Meere angehören, sich dem Landleben angepaßt, vor allem die große Abteilung der Lungenschnecken, nicht wenige Crustaceen, einige Ringelwürmer (Regenwürmer, Hirudineen), einzelne Plattwürmer etc. Ein gemeinsamer Charakter der Landtiere besteht darin, daß sie, soweit sie mit besonderen Atmungswerkzeugen ausgestattet sind, fast immer vermittelst Lungen oder lungenähnlicher Organe atmen. — Nach dem verschiedenen Charakter der Landschaft, des Erdbodens und des davon sehr abhängigen Pflanzenlebens ist auch die Tierwelt, die Fauna, in verschiedener Weise entwickelt; die Arten, Gattungen, ja sogar Familien, die man z. B. im Walde findet, sind teilweise andere als diejenigen, die in waldlosen Landstrichen angetroffen werden, so daß man von einer Waldfauna, Steppenfauna, Gebirgsfauna etc. reden kann.

Ausgeprägte **Meerestier**-Gruppen sind die Klasse der Fische, der Kreis der Mollusken, die Crustaceen, Polychäten, Bryozoen, Brachiopoden, Plattwürmer, Echinodermen, Cölenteraten, Schwämme, Rhizopoden und Radiolarien; von diesen gehören sogar die Brachiopoden, Echinodermen und Radiolarien ausschließlich, die Cölenteraten und Schwämme mit wenigen Ausnahmen dem Meere an. — Von dem Landtierleben hat das Meer große Beiträge empfangen, namentlich von Wirbeltieren. Zwei Ordnungen der Säugetiere, die Wale und Sirenen, erstere mit zahlreichen Gattungen und Arten, haben sich völlig dem Meeresleben angepaßt, und ihr Bau hat dementsprechend bedeutende Modifikationen erlitten; eine dritte Säugetierordnung, die Seehunde, sind ebenfalls ausgeprägte Meerestiere, wenn sie auch zur Fortpflanzung etc. aufs Land gehen. Auch die Reptilien haben zu dem Tierleben des Meeres einiges beigesteuert

[1]) Die Biologie in weiterem Sinne umfaßt die ganze Wissenschaft von den Organismen, also die ganze Zoologie und Botanik.

(Seeschlangen, Seeschildkröten). Unter den Vögeln gibt es keine, die ausschließliche Meerestiere geworden sind, wenn auch manche mehr oder weniger innig ans Meer gebunden sind (am innigsten die Pinguine ferner viele andere Schwimmvögel). Unter den Amphibien gibt es gar keine Meeresformen. Von den Spinnentieren leben nur wenige Milben, von den Insecten fast gar keine im Meere. — Aehnlich wie die Landfauna ist auch die Meeresfauna nach dem sehr verschiedenartigen Verhältnissen, die sich im Meere finden, nach dem ungleichen Charakter des Bodens, nach der Tiefe etc. verschieden entwickelt: im Küstengebiet ist die Fauna eine andere als in größerer Tiefe etc. Von durchgreifender Bedeutung ist auch die Größe des Salzgehaltes, und zwar derart, daß ein größerer Salzgehalt im allgemeinen dem Tierleben günstiger ist, namentlich einen größeren Artenreichtum bedingt (an Individuen können auch salzarme Gewässer reich sein).

Letzteres wird sehr deutlich illustriert, wenn wir die Verhältnisse des salzreichen Kattegatts mit denen der salzärmeren westlichen Ostsee und der fast brackischen östlichen Ostsee vergleichen. Im Kattegatt lebt eine ziemlich reiche Fauna, die aber schon am nördlichen Ende des Sundes, wo der Salzgehalt ein geringerer ist, ein etwas kümmerlicheres Gepräge erhält; die meisten Arten, die im Kattegat leben, werden zwar auch hier angetroffen, z. T. aber in kleineren Exemplaren und geringerer Anzahl. Südlicher im Sund sowie im ganzen westlichen Teil der Ostsee (südlich von den dänischen Inseln) sind sehr viele der Kattegattsformen verschwunden, andere zwar vorhanden, aber in zwerghaften oder (unter den Mollusken) dünnschaligeren Exemplaren. Endlich finden wir nur einen Bruchteil der Fauna der westlichen Ostsee in der sehr salzarmen östlichen Ostsee, und dies gilt auch von denjenigen Partien der letzteren (südlich von Schweden), die hinsichtlich des Klimas von der westlichen nicht wesentlich verschieden sind.

Das Tierleben des **Süßwassers** hat ein verhältnismäßig wenig charakteristisches Gepräge; von den größeren Abteilungen gibt es kaum eine, die als ein besonderer Süßwassertypus bezeichnet werden könnte; das Tierleben der süßen Gewässer ist vielmehr wesentlich aus Formen zusammengesetzt, die teils ausgeprägten Landtiertypen, teils Meerestypen angehören; es bekommt dadurch ein eigentümliches geborgtes und gemischtes Gepräge. Den Landtieren sind die zahlreichen Lungenschnecken, Insecten und Spinnentiere entlehnt, die im Süßwasser leben; aus den Abteilungen der Säugetiere und Vögel hat das Tierleben des Landes an das Süßwasser gar keine ständigen Bewohner abgegeben, wenn auch nicht wenige Formen der genannten Gruppen hin und wieder oder sogar überwiegend sich im Süßwasser aufhalten; die Reptilien haben eine nicht geringe Anzahl Formen geliefert, die jedoch größtenteils hin und wieder aufs Land gehen (Krokodile, Schildkröten etc.). Die Amphibien sind als Larven fast alle Süßwassertiere; viele trifft man auch im erwachsenen Zustande häufig oder immer im Süßwasser. Vom Meere hat das Süßwasser empfangen: zahlreiche Fische (ganze Familien gehören fast ausschließlich dem Süßwasser an), eine Anzahl Vorderkiemer, Muscheltiere, Crustaceen, Borstenwürmer, Bryozoen, Plattwürmer, einzelne Cölenteraten und Schwämme, nicht wenige Rhizopoden etc.; ganz wenige Säugetiere aus als Meerestypen speziell ausgebildeten Ordnungen (Seehunden, Walen) leben im Süßwasser. Die Hirudineen, die Rädertiere und die Infusorien, Abteilungen, die sowohl im Süß-

wasser wie im Meere leben, sind im Süßwasser so reich vertreten, daß sie vielleicht als Süßwassertypen aufzufassen sind. Die Modifikationen, welche die Land- oder Meeresformen beim Uebergang ins Süßwasser erlitten haben, sind meistens nicht sehr bedeutend; die Landtierformen bleiben in der Regel luftatmend, und die Umbildung beschränkt sich wesentlich auf das, was durch die gewöhnlich eintretende Veränderung der Bewegungsweise notwendig bedingt ist; auch für die Meeresformen sind die Umänderungen in der Regel ziemlich unwesentlich [1]).

Einige Süßwassertiere (Hecht, Barsch etc.) können auch in schwach salzigem Wasser an der Küste leben, und andererseits können gewisse Meerestiere im Süßwasser vorkommen (Flunder [*Pleuronectes flesus*]). Auch gehen einige Fische zum Laichen entweder aus dem Meer ins Süßwasser (Maifisch, Lachs, Stör etc.) oder umgekehrt (Aal). — Auf die meisten Süßwassertiere wirkt die plötzliche Ueberführung in Seewasser als Gift, und ähnlich verhalten sich auch die meisten Meerestiere dem Süßwasser gegenüber; dagegen ertragen viele bis zu einem gewissen Grade eine allmähliche Versalzung, resp. Versüßung des Wassers.

Auf die Verteilung der Tiere auf der Erde hat offenbar die Temperatur einen großen Einfluß. Namentlich ist dies für die Landtierfauna sehr augenfällig, die unter im übrigen gleichen Verhältnissen weit reicher in den heißen als in den kälteren Erdstrichen entwickelt, in den kältesten sogar fast völlig erloschen oder wenigstens auf ein Minimum herabgedrückt ist. Dies beruht nicht nur darauf, daß eine höhere Temperatur den Tieren im allgemeinen günstig ist, sondern auch auf der Abhängigkeit der Tierwelt von der Pflanzenwelt, welch letztere sehr von der Temperatur abhängig ist. Bei dem Umstande, daß die Temperatur des Meerwassers nicht annähernd so tief sinkt wie die der Luft, können dagegen auch die Meere der kältesten Gegenden eine reiche Tierwelt beherbergen, wenn letztere auch nicht mit derjenigen der heißen Meere wetteifern kann.

Während wir oben die allgemeineren Erscheinungen der Verteilung der Tiere behandelt haben, wollen wir im folgenden einige speziellere Anpassungsverhältnisse betrachten.

Höhlenfauna. Die „unterirdischen", völlig dunklen Höhlen, die in den Gebirgen verschiedener Teile der Erde vorkommen, und die darin befindlichen Gewässer beherbergen eine eigentümliche kleine Tierwelt. Die meisten der an diesen Stellen lebenden Tiere besitzen im Gegensatz zu ihren im Tageslicht lebenden Verwandten sehr rückgebildete Sehorgane oder entbehren solcher völlig; häufig ist ihre Haut pigmentlos. Als charakteristisches Höhlentier kann der blinde, blasse Olm der Krainer Höhlen angeführt werden; zur Höhlenfauna gehören ferner außer ein paar anderen Salamandern einzelne Fische, verschiedene Crustaceen, Insecten, Spinnentiere. Uebrigens sind nicht alle Höhlentiere blind; einige haben die Augen behalten, sind somit weniger vollständig dem Dunkelleben angepaßt.

Aehnlich wie die Höhlentiere verhalten sich diejenigen Tiere, die in der Erde grabend leben und nur selten oder in finsterer Nacht an die Oberfläche kommen; auch bei solchen können die Augen mehr oder weniger rückgebildet sein (Maulwurf).

1) Es ist jedoch charakteristisch, daß manchen Süßwassertieren ein frei schwimmendes Larvenstadium abgeht, während ihre Verwandten im Meere ein solches besitzen (Flußkrebs, Muscheltiere, Oligochäten).

Einen ähnlichen Charakter wie die Höhlenfauna hat zum Teil auch das Tierleben der **Tiefsee,** wohin ebenfalls das Tageslicht nicht zu dringen imstande ist. Die Tiefseetiere sind nicht selten fast pigmentlos, und häufig sind sie mit sehr rückgebildeten Augen versehen oder gar völlig augenlos, selbst wenn sie Abteilungen angehören, deren Mitglieder sonst mit wohlentwickelten Sehorganen ausgestattet sind (verschiedene Tiefsee-Crustaceen und -Fische). Andere Formen der Tiefsee sind aber stark pigmentiert und sogar mit wohlentwickelten Augen versehen, was namentlich von der Mehrzahl der Fische gilt, die der Tiefsee angehören; es steht dies ohne Zweifel damit in Verbindung, daß viele der Tiefseetiere, darunter viele Fische, Leuchtvermögen besitzen. Unter den Tiefseetieren gibt es manche, welche nur entferntere Verwandte anderswo haben: gestielte Crinoideen, eigentümliche Echinodermen und Crustaceen, Glasschwämme etc., so daß diese Fauna auch dadurch ein sehr eigenartiges Gepräge bekommt.

Noch weit eigentümlicher ist die Tierwelt, die auf offenem Meer — in der Nähe der Oberfläche oder tiefer im Wasser — in bedeutendem Abstand vom Lande schwimmend lebt, die sogenannte **pelagische Fauna.** Dieselbe umfaßt teils eine Anzahl Tiergruppen, die entweder gar nicht oder nur ausnahmsweise in die Nähe der Küste gelangen und überhaupt anderswo nicht vorkommen: die Radiolarien und gewisse kleinere Protozoenabteilungen, Siphonophoren, Euphausiaceen, Pteropoden, Heteropoden und Salpen; teils eine Menge Formen, deren nahe Verwandte dem Lande näher leben; endlich eine ungeheure Anzahl Larven von Tierformen, die sich als Erwachsene am Boden des Meeres aufhalten. Was aber die pelagische Tierwelt besonders auszeichnet, ist nicht so sehr die Tatsache, daß eine Anzahl Gruppen, wie eben bemerkt, ihr allein zukommen, als vielmehr der Umstand, daß das pelagische Leben den Mitgliedern der verschiedenen dort lebenden Abteilungen gewisse g e m e i n s a m e C h a r a k t e r e aufdrückt, welche übrigens bei einigen Formen weniger, bei anderen stärker ausgeprägt sind. Es ist namentlich eine unverkennbare Tendenz nach der Richtung vorhanden, daß die betreffenden Tiere derartig gebaut werden, daß sie sich mit größtmöglicher Leichtigkeit in der S c h w e b e erhalten können. Dies wird in einigen Fällen dadurch erreicht, daß das Tier sozusagen wassersüchtig wird, in seine Gewebe bedeutende Wassermengen aufnimmt, so daß sein spezifisches Gewicht nur wenig größer als das des Wassers wird; derartige Tiere erhalten ein gallertartiges Aussehen (Medusen, manche Pteropoden und Heteropoden, die Salpen). In anderen Fällen wird dasselbe dadurch erreicht, daß die Oberfläche des Tieres sich vergrößert, entweder indem der Körper abgeplattet wird, oder durch Verlängerung der Gliedmaßen, durch Ausbildung langer Stacheln etc. (manche Crustaceen und deren Larven, junge Fische). In beiden Fällen findet man oftmals, daß die zur Bewegung des Tieres dienende M u s k u l a t u r gleichzeitig rückgebildet wird; zuweilen geht diese Rückbildung so weit, daß die betreffenden Tiere ungemein muskelarm werden und nur einer beschränkten aktiven Bewegung fähig sind; in anderen Fällen sind sie trotz der schwächeren Muskulatur dennoch gute oder sogar ausgezeichnete Schwimmer, indem der Körper fast ohne Muskelanstrengung sich im Wasser schwebend erhält. Für die Mehrzahl der pelagischen Tiere ist ferner eine große D u r c h s i c h t i g k e i t des Körpers charakteristisch. Manche pelagische Tiere besitzen ausgebildetere S e h o r g a n e als die Mehrzahl ihrer Verwandten (das ist z. B. bei gewissen pelagi-

schen Borstenwürmern der Fall); andere besitzen im Gegenteil rückgebildete Sehorgane. Letzteres erklärt sich daraus, das ein großer Teil der pelagischen Fauna nur des Nachts an der Oberfläche des Meeres erscheint, den Tag über sich dagegen in tieferen Wasserschichten aufhält.

Auch im Süßwasser findet man eine „pelagische" Fauna, die z. T. ein ähnliches Gepräge hat wie die des Meeres; auch dort trifft man wasserklare Formen, Formen mit Stacheln etc.

Sämtliche kleineren pelagischen Organismen (Tiere und Pflanzen) werden als Plancton zusammengefaßt.

Manche Tiere bleiben das ganze Leben hindurch in der Nähe der Stelle, wo sie geboren sind; andere streifen weiter umher, um Nahrung zu suchen etc. Wieder andere unternehmen längere Wanderungen, gewöhnlich in großen Scharen.

Diese Wanderungen haben vielfach einen mehr zufälligen und unregelmäßigen Charakter. Ungünstige Verhältnisse an den gewöhnlichen Heimatsorten der betreffenden Art, z. B. Mangel an Nahrung oder Wasser, veranlassen die Tiere aufzubrechen und eine neue Heimat aufzusuchen; die Wanderungen der Heuschrecken, der Steppenhühner und Lemminge sind in solchen Ursachen begründet. Derartige Wanderungen haben nur selten die Folge, daß das Gebiet einer Tierform vergrößert wird; nach kurzer Zeit verschwinden sie wieder von den neuen Orten.

Einen weit gesetzmäßigeren Charakter haben dagegen die Wanderungen, die namentlich manche Fische und Vögel alljährlich unternehmen: zu einer Zeit des Jahres halten sie sich an einem, zu einer anderen Zeit an einem anderen Ort auf, von dem sie dann zum ersteren wieder zurückkehren etc. Bei manchen Fischen sind diese Wanderungen darin begründet, daß die Tiere sich zu einer bestimmten Jahreszeit passende Brutplätze aufsuchen, während der Zug der nordischen Vögel nach Süden wesentlich daraus sich erklärt, daß sie im Winter nicht hinlänglich Nahrung in ihrer Sommerheimat finden. Vergl. des näheren bei den betreffenden Gruppen. Auch für mehrere andere Tiergruppen hat man ähnliche Wanderungen beobachtet: gewisse Krabben gehen im Winter auf tiefes Wasser hinaus, von der Küste fort, wo sie im Sommer leben; gewisse Fledermäuse ziehen im Winter nach Süden.

2. Parasitismus. Symbiose.

Als **Parasiten** oder Schmarotzer bezeichnet man diejenigen Tiere, die sich auf oder in anderen lebenden Tieren aufhalten und auf deren Kosten ernähren. Die von den Parasiten bewohnten Tiere werden als ihre Wirte bezeichnet; jene ernähren sich entweder von Teilen des Körpers des Wirts (z. B. vom Blut desselben) oder von der vom Wirte aufgenommenen und aufgelösten Nahrung (Bandwürmer u. a.). Die Schmarotzer sind teils temporäre, teils stationäre; die ersteren (z. B. die Bettwanze) halten sich nicht ununterbrochen am Körper des Wirts auf, indem sie jenen wesentlich der Ernährung wegen aufsuchen, während die stationären Parasiten auf oder in ihm dauernd Aufenthalt nehmen. Je nachdem die Schmarotzer sich an der äußeren Oberfläche oder in den inneren Teilen des Wirts aufhalten, nennt man sie Ectoparasiten (Außenschmarotzer) oder Endoparasiten (Binnenschmarotzer). Die Schmarotzer verbringen zum großen Teil nicht ihr ganzes Leben als solche, sondern führen in einem oder dem anderen Abschnitt desselben ein vom Wirt unabhängiges Dasein; einige

sind z. B. in der Jugend Schmarotzer, als Erwachsene freilebend (die Bießfliegen), während andere umgekehrt als Junge ein freies Leben führen und späterhin Schmarotzer werden (schmarotzende Crustaceen). Sehr charakteristisch ist nun die Einwirkung des Schmarotzerlebens auf den Bau der Parasiten. Verhältnismäßig gering ist sie vielfach bei den temporären Schmarotzern und bei denjenigen stationären Ectoparasiten, die sich frei auf dem Körper des Wirts umherbewegen können, sehr bedeutend aber bei den meisten seßhaften stationären Ecto- und Endoparasiten. Der Umstand, daß die Nahrung in reicher Fülle vorhanden und unmittelbar zugänglich ist, hat den Einfluß, daß die Beweglichkeit verringert wird und daß eine mehr oder weniger weitgehende Reduktion der Gliedmaßen eintritt; manchmal tritt eine völlige Unbeweglichkeit ein. Eine solche führt häufig — z. B. bei manchen parasitischen Crustaceen — zu einer asymmetrischen Ausbildung des Körpers: die gewöhnliche bilaterale Symmetrie ist eben bei der Bewegung von Bedeutung, indem eine ungleiche äußere Ausbildung der rechten und der linken Körperhälfte (z. B. der rechten und der linken Gliedmaßen) bei der Bewegung ungünstig ist; wenn das Bewegungsvermögen wegfällt, ist dagegen eine gewisse Schiefheit ohne Belang, manchmal sogar vorteilhaft mit Bezug auf die räumlichen Verhältnisse. Ferner werden die Sinnesorgane, z. B. die Augen, stark beeinflußt; die meisten stationären Parasiten, namentlich Endoparasiten, sind blind. Dagegen entwickeln sich sehr häufig Haftwerkzeuge in Form von Saugnäpfen, Haken etc., oder es werden gewisse Gliedmaßen zu diesem Zwecke umgebildet. — Auch auf den ganzen Lebensgang übt das Schmarotzertum einen bestimmenden Einfluß. Eine natürliche Folge davon ist es z. B., daß die Schmarotzer meistens Wanderungen vornehmen müssen, d. h. daß sie nicht ihren ganzen Lebenslauf, vom Ei bis zur eigenen Fortpflanzung, in demselben Wirte zurücklegen, sondern auf irgend einem Punkt ihres Lebens aktiv oder passiv in einen anderen übergeführt werden (Wirtswechsel). Zu dieser einmaligen Wanderung des Schmarotzers gesellen sich oftmals weitere: manche Parasiten werden regelmäßig als Ei in einem Wirte oder im Freien erzeugt, verleben dann einige Zeit in einem anderen Wirt (dem Zwischenwirt) und erreichen endlich die Geschlechtsreife in einem dritten.

Bezüglich der Einwirkung des Schmarotzers auf den Wirt ist hervorzuheben, daß sie in manchen Fällen eine geringfügige ist, in anderen dagegen eine größere, in anderen wieder eine sehr große. Bei manchen Crustaceen kann z. B. der Schmarotzer eine Rückbildung der Geschlechtsorgane („castration parasitaire“) hervorrufen, indem von ihm so große Anforderungen an den Wirtskörper gestellt werden, daß für die Geschlechtsorgane kein Stoff übrig bleibt. Innerhalb der Insecten sind die Anforderungen der Schmarotzer (Schlupfwespen u. a.) so groß, daß der Wirt (z. B. eine Raupe) stets, nachdem der Schmarotzer fertig ausgebildet ist, zugrunde geht. Auch ist bemerkenswert, daß manche Parasiten (Eingeweidewürmer) Giftstoffe — wohl Excretionsstoffe — erzeugen, die dem Wirt schädlich sind.

Die Parasiten gehören sehr verschiedenen Abteilungen des Tierreichs an, es gibt jedoch gewisse große Gruppen, von denen keine oder nur ganz einzelne Formen in dieser Richtung ausgebildet sind, unter den Wirbeltieren z. B. nur einzelne Fische; ebenso gibt es nur ganz wenige Mollusken, Borstenwürmer, Cölenteraten und gar keine Echinodermen, welche in dieser Weise leben. Ein reiches Kontingent liefern dagegen die Arthropoden,

besonders die Crustaceen; die schmarotzenden Arthropoden leben größtenteils als Ectoparasiten, die Schmarotzerkrebse ausschließlich auf (in) Wassertieren, die übrigen parasitischen Arthropoden fast ebenso ausschließlich auf oder in Landtieren. Weiter sind unter den Ringelwürmern ein großer Teil der Hirudineen Schmarotzer (temporäre Ectoparasiten); von den Rundwürmern leben die meisten als solche und sind dann immer Endoparasiten, während die Plattwürmer, die ebenfalls eine große Anzahl Schmarozer liefern, teils als Endo-, teils als Ectoparasiten auftreten; die schmarotzenden Rund- und Plattwürmer werden häufig mit dem gemeinsamen Namen „Eingeweidewürmer" bezeichnet. Auch von den Protozoen leben viele (die Sporozoen, manche Flagellaten und Infusorien) in dieser Weise. — Als Wirte müssen zahlreiche verschiedene Tiere aller Hauptabteilungen des Tierreichs dienen, ganz besonders jedoch die Wirbeltiere, die meistens durch bedeutende Größe, zusammengesetzten Bau und verhältnismäßig lange Lebensdauer den Schmarotzern, inneren wie äußeren, einen vorzüglichen Tummelplatz darbieten. Manche Schmarotzerarten sind in bezug auf die Wahl des Wirts sehr begrenzt; so leben z. B. einige immer nur bei einer Art, niemals bei anderen; andere sind auf wenige verwandte Formen angewiesen, andere haben wieder eine größere, aber immer begrenzte Auswahl; es kann derselbe Schmarotzer z. B. nicht ohne Unterschied bei einem Fisch und bei einem Säugetier leben. Dagegen kommt es häufig vor, daß verschiedene Entwicklungsstufen desselben Schmarotzers in Tieren von sehr verschiedener systematischer Stellung leben, die Acanthocephalen z. B. als Junge in Arthropoden, als Erwachsene in Wirbeltieren.

Einige Tiere bilden den Uebergang von Raubtieren zu temporären Schmarotzern, indem sie bald kleinere Tiere auffressen, bald als Blutsauger größerer Tiere auftreten; dies ist z. B. bei gewissen Hirudineen der Fall. Andere Tiere — z. B. gewisse Fliegenlarven — leben sowohl als Aasfresser wie als Schmarotzer. Weiter gibt es Tiere, die insofern einen Uebergang zu den Schmarotzern darstellen, als sie sich zwar auf anderen Tieren aufhalten, jedoch ohne sich auf deren Kosten zu ernähren; höchstens nehmen sie an den Mahlzeiten derselben einen bescheidenen Anteil (Commensalen).

Während es für den Parasitismus charakteristisch ist, daß nur der eine Teil, der Schmarotzer, Gewinn daraus zieht, während der andere, der Wirt, der leistende ist, kennzeichnet es die **Symbiose**, daß zwei Organismen in einem Abhängigkeitsverhältnis zueinander stehen, das für beide vorteilhaft ist. So etwas ist übrigens nur für relativ wenige Tierformen bekannt.

Die unzweifelhaftesten Verhältnisse dieser Art sind die zwischen gewissen Einsiedlerkrebsen und verschiedenen Tieren, die sich auf der von dem Krebs bewohnten Schale niederlassen. Der Bernhardinerkrebs (*Pagurus Bernhardus*) hat auf seiner Schale oft eine dicke feste Kruste, die von einem Hydroidenstock, *Hydractinia echinata*, gebildet ist. Der Hydroid wächst, wenn die Schale, auf der er sich festgesetzt hat, nur klein ist, nach einiger Zeit nicht allein über die ganze Schale, sondern auch über deren Mündung hinaus, so daß die Schalenröhre verlängert wird, oft in sehr ansehnlichem Grade (Fig. 95). Das symbiotische Verhältnis ist hier deutlich: der Einsiedlerkrebs hat den Nutzen von seinem Gast, daß er in seiner alten Schale bleiben kann, die durch die Arbeit des Gastes dem Wachstum des Krebses entsprechend wächst; möglicherweise hat er auch auf andere Weise von seinem Gast Vorteil, das ist

aber weniger sicher. Und der Hydroid hat insofern Nutzen von dem Verhältnis, als er einen Wohnort hat, umherbewegt wird und von der Wasserströmung profitiert, die der Krebs zu seiner Atmung erzeugt. In ähnlicher Weise findet man manchmal ein symbiotisches Verhältnis zwischen Einsiedlerkrebsen und gewissen Spongien, die ebenfalls die Schale bedecken und verlängern. Ein oft erwähntes (und manchmal etwas phantastisch ausgeschmücktes) Verhältnis zwischen dem in den europäischen Meeren lebenden Einsiedlerkrebs *Pagurus Prideauxii* und einer Actinie, *Adamsia palliata*, hat ebenfalls einen ähnlichen Zusammenhang (Fig. 93—94). Die Actinie, die eine breite flache Scheibe bildet, umgibt mantelförmig die Schale des Krebses und streckt sich über

Fig. 93.

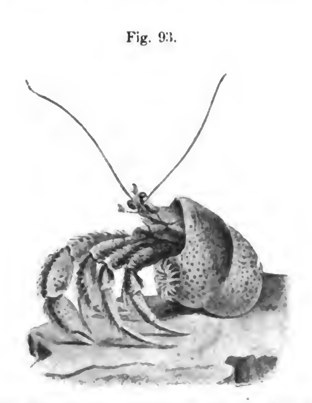


Fig. 93. *Pagurus Prideauxii* mit der Actinie *Adamsia* auf seiner Schale sitzend, die ganz von derselben bedeckt ist. — Nach Andres.

Fig. 94.



Fig. 95.

Fig. 94. Eine ähnliche Schale, der Krebs entfernt; die Actinie hat sich etwas zusammengezogen, so daß sie nicht die ganze Schale bedeckt. *s* die Schneckenschale, in welcher der Krebs ursprünglich Wohnung genommen hat, *r* ihr Rand; die ganze übrige Schale, von *r* bis *s'*, ist von der Actinie abgesondert (auch über die Schneckenschale erstreckt sich diese Absonderung). *t* die Tentakel der Actinie. — Orig.

Fig. 95. Schale, in der ein Bernhardinerkrebs gelebt hat; der obere Teil, bis *r*, ist eine kleine Schneckenschale, die mit einer von dem Hydroiden *Hydractinia echinata* gebildeten Kruste bedeckt ist; der übrige, größere Teil der Schale ist von dem Hydroiden allein gebildet. — Orig.

deren Mündung hinaus; und von ihrer Fußscheibe sondert sie eine hornige Masse ab, die teils die Schale bedeckt, teils sie verlängert, manchmal sehr bedeutend, so daß man Einsiedlerkrebse von ansehnlicher Größe in einer Schale einquartiert finden kann, die nur zum geringsten Teil die ursprüngliche Schneckenschale, zum größten Teil

von der Actinie gebildet ist. Letztere sitzt derart, daß ihre Fangarme gerade unterhalb der Schalenöffnung stehen; der Wasserstrom, der in den Krebs hinein passiert, geht somit gerade an ihnen vorüber.

Auch zwischen Tieren und gewissen Pflanzen scheint ein symbiotisches Verhältnis bestehen zu können. So etwas hat man namentlich zwischen gewissen einzelligen Algen einerseits und Radiolarien, Cölenteraten, Schildläusen etc. andererseits beobachtet. Im Körper der betreffenden Tiere finden sich die Algen; sie haben hier Aufenthalt, liefern aber dafür den bei der Kohlensäureassimilation freigewordenen Sauerstoff. Vollkommen sicher ist aber das Gegenseitigkeitsverhältnis in diesen Fällen kaum. Zweifellos ist dagegen die Gegenseitigkeit zwischen gewissen Bacterien im Darmkanal der Wirbeltiere und dem betreffenden Wirbeltier: die Bacterien erhalten Wohnung und Nahrung und leisten dafür eine dem Gastgeber nützliche Arbeit. Solches gilt z. B. von dem im Vordermagen der Wiederkäuer befindlichen Bacterien, welche die Auflösung der Cellulose des Futters bewerkstelligen.

3. Ueber die Lebensperioden und die Lebensdauer der Tiere.

Im Leben der meisten Tiere läßt sich ungezwungen eine Reihe von Stadien unterscheiden. Das erste Stadium ist die Embryonalperiode, ein zweites das darauffolgende Jugendstadium, ein drittes die Periode der vollständigen Ausbildung, der sich endlich ein Stadium des Rückschrittes anreihen kann.

Die Embryonalperiode haben wir schon vorhin (S. 73) genügend charakterisiert. Das Jugendstadium erstreckt sich von der Geburt bis zu der Zeit, wo das Individuum geschlechtsreif wird (d. h. reife Eier oder reifen Samen erzeugt) und damit gewöhnlich ungefähr die definitive Größe[1]) und Gestalt erreicht hat. Während des Stadiums des Erwachsenen bleibt der Organismus meistens ungefähr stationär, und dieses Stadium geht dann ganz allmählich in die senile Periode über, in der die Organe teilweise eine Rückbildung erleiden und weniger funktionsfähig werden und damit auch die Kraft des ganzen Organismus abgeschwächt wird, so daß er leicht schädlichen äußeren Einwirkungen zum Opfer fällt. Daß die verschiedenen Phasen des Lebens meistens keineswegs scharf begrenzt sind, braucht kaum besonders hervorgehoben zu werden.

Innerhalb jedes Lebensjahres und innerhalb jedes Lebenstages finden wir ebenfalls sehr häufig regelmäßige Perioden. Für jeden Tag kann man bei vielen Tieren eine Tätigkeits- und eine Ruheperiode unterscheiden. Manche Tiere schlafen während der letzteren: d. h. sie verfallen in einen eigentümlichen bewußtlosen Zustand, in dem die Tätigkeit der Organe überhaupt wesentlich herabgestimmt ist (Säugetiere, Vögel). Für die meisten dieser Tiere fällt die Ruheperiode auf die Nacht, die Aktivitätsperiode auf den Tag. Einige halten sich aber bekanntlich den Tag ruhig, während sie abends oder nachts in Tätigkeit sind (Nachttiere).

Für sehr viele Tiere ist das Jahr ähnlich in zwei große Perioden

1) Viele Reptilien und Fische werden jedoch lange bevor sie die volle Größe erreicht haben, geschlechtsreif und pflanzen sich fort. Vergl. auch die Rippenquallen und die Amphibien (Neotenie).

geteilt, von denen die eine der Aktivität, die andere der Ruhe gewidmet ist; während der ersteren können natürlich tägliche Tätigkeits- und Ruheperioden miteinander abwechseln. Dies tritt besonders bei Tieren der gemäßigten und kalten Zone hervor, die zum großen Teil während des Winters durch die Kälte in einen Zustand der völligen Untätigkeit versetzt werden, während dessen die Lebenstätigkeiten auf ein Minimum herabgedrückt sind (z. B. überwinternde Insecten). Manche Säugetiere (Bär, Siebenschläfer, Fledermäuse) verfallen während dieser Zeit in einen sog. Winterschlaf, einen Zustand, der dem gewöhnlichen Schlaf ähnlich ist, in dem jedoch die Charaktere des letzteren weit ausgeprägter hervortreten: die Bewußtlosigkeit ist tiefer, die Tätigkeit der Organe ausgesprochener herabgesetzt, die Körperwärme kann bis auf wenige Grade sinken. — Aehnliche Ruheperioden können bei tropischen Tieren während der trockenen Jahreszeit eintreten (s. Protopterus); und auch für gewisse einheimische Tiere kann die heißeste Sommerzeit einen Sommerschlaf hervorrufen (Regenwurm, Reptilien und Amphibien).

Viele Tiere, namentlich der kälteren Klimate, haben alljährlich einmal eine Fortpflanzungsperiode, in der die Eier und der Samen reif werden, die Begattung stattfindet usw. (Brunst). Außerhalb dieser Periode befinden sich die Eierstöcke und Hoden in einem Zustand der relativen Ruhe, und der Geschlechtstrieb ist erloschen. In den wärmeren Klimaten besteht eine solche Periodizität, wenigstens zum großen Teil, nicht; viele Tiere, deren nächste Verwandte in der gemäßigten Zone eine begrenzte Fortpflanzungsperiode haben, pflanzen sich dort zu jeder Jahreszeit fort. Auch ist hervorzuheben, daß die Periodizität bei den Meerestieren weniger als bei den Landtieren ausgeprägt ist; bei einigen Meeresformen der nördlichen Klimate kann man zu jeder Jahreszeit reife Eier finden. Dieser Unterschied der Meeresfauna und der Landfauna hängt natürlich damit zusammen, daß die Temperaturdifferenzen des Meerwassers weit kleiner sind als die der Luft.

Der Tod, d. h. das dauernde Aufhören aller Lebenserscheinungen, tritt wohl meistens (sicher ist dies bei den höheren Tieren der Fall) infolge der Funktionsunfähigkeit eines für das Ganze unentbehrlichen Organs ein. Wenn z. B. das Herz der Wirbeltiere aufhört sich zu kontrahieren, so wird damit auch den übrigen Teilen des Körpers eine unentbehrliche Existenzbedingung entzogen, nämlich die Zufuhr mit Sauerstoff beladener Blutmassen, und alle Teile und Gewebe des Körpers sterben dann allmählich ab.

Der Tod kann bekanntlich in jeder Lebensperiode eintreten; bei Formen mit einer sehr großen Produktion von Eiern gehen sogar regelmäßig die allermeisten Exemplare schon im Embryonal- oder im Jugendzustande zugrunde, nur ein geringer Bruchteil erreicht die Geschlechtsreife. Er erfolgt gewöhnlich infolge äußerer schädlicher Einwirkungen; bei den allermeisten Tieren endet wohl das Dasein, indem sie von anderen getötet (und aufgefressen) werden; zahlreiche fallen krankheitserregenden Parasiten, namentlich aus dem Pflanzenreich (Bacterien, Pilzen), zum Opfer; wieder andere erliegen klimatischen Einflüssen usw. Ein Tod, lediglich durch normale innere Umstände des Organismus bedingt, findet wohl nicht besonders häufig statt; gewisse Tiere können jedoch anscheinend an Altersschwäche sterben, und andere sterben

regelmäßig nach einmaliger Produktion und Abgabe von Eiern oder Samen.

Bei alternden Tieren können Degenerationserscheinungen auftreten, Schrumpfung und sogar Zugrundegehen von Zellen, die nicht durch Neubildung ersetzt werden; Verkalkungen in Arterienwänden etc. Auch bei Tieren, die nach einmaliger Fortpflanzung absterben, können weitgehende Degenerationen stattfinden.

Die Lebensdauer der Tiere, die Zeit, auf die sich unter günstigen Umständen ihr Leben ausdehnen kann, ist bei verschiedenen Formen eine äußerst verschiedene: sie kann sich bei einigen regelmäßig auf wenige Wochen oder noch weniger beschränken, bei anderen auf 100 Jahre und mehr ausdehnen; allen Tieren kommt aber — im Gegensatz zu manchen Pflanzen — eine begrenzte maximale Lebensdauer zu. Im allgemeinen kann man die Regel aufstellen, daß innerhalb einer natürlichen Abteilung die größeren Arten länger leben als die kleineren, ebenso wie auch ihre Entwicklung längere Zeit beansprucht; der Elefant lebt über 100 Jahre, das Pferd sehr selten mehr als 30 Jahre, die Maus nur wenige Jahre; größere Insecten leben öfters mehrere Jahre (der Maikäfer z. B. vier Jahre), kleinere nur ein Jahr oder gar nur einen Bruchteil eines Jahres. Bei einigen ist die Lebensdauer eine sehr bestimmte (z. B. bei den meisten Insecten, die bald nach der Eiablage sterben), bei anderen eine unbestimmtere.

Folgende Beispiele seien hier noch angeführt: Actinien können 60 bis 70 Jahre, Regenwürmer 10, Flußkrebse 20—30, Flußperlmuscheln 60, Laubfrösche 10, Blindschleichen 33, gewisse Schildkröten 300, Falken, Papageien etc. mehr als 100 Jahre leben.

4. Die Schutzmittel der Tiere gegen Angriffe.

Bekanntlich sind die meisten Tiere den Angriffen anderer ausgesetzt; die Ursache ist gewöhnlich, daß der Angreifer das andere Tier als Nahrung verwenden will. Im Anschluß hieran finden wir sehr häufig, daß die Tiere einem Angriffe nicht wehrlos gegenüberstehen, sondern daß sie in verschiedener Weise dagegen geschützt sind.

Die Schutzmittel sind in einigen Fällen offensiver Art: das angegriffene Tier hält den Angreifer dadurch fern, daß es selbst zum Angriff übergeht. Die Waffen, die es bei der Verteidigung benutzt, sind zuweilen solche, die es unter anderen Verhältnissen als Angriffswaffen verwendet; ein Raubtier z. B., das seine Beute mit den Zähnen zu töten pflegt, verwendet dieselben auch als Verteidigungswaffen, wenn es angegriffen wird. Ueberhaupt werden viele Tiere den Angreifer aktiv durch jedes Mittel bekämpfen, das zu ihrer Verfügung steht: Säugetiere mit starken Hufen schlagen mit denselben aus; sind sie mit starken Krallen versehen, so suchen sie die Haut des Angreifers zu zerfetzen; viele Insecten speien ein stinkendes oder klebriges Darmsecret aus. Von besonderen Werkzeugen, die als Verteidigungswaffen verwendet werden, können wir anführen: den Schwanzstachel gewisser Rochen, die Stinkdrüsen mancher Insecten und der Stinktiere (*Mephitis*), deren übelriechendes Secret ausgespritzt wird und den Angreifer verjagt usw.

Andere Tiere suchen den Angreifer abzuschrecken: durch heftiges Schreien, durch Bewegungen, die Furcht erregen, durch Sträuben der Federn oder Haare etc.

Andere Schutzmittel sind rein defensiver Natur, und hier finden wir eine große Mannigfaltigkeit verschiedener Mittel. Manche Tiere suchen sich der Gefahr durch die Flucht zu entziehen, und manche schwache und verteidigungslose Tiere sind mit hervorragendem Vermögen in dieser Richtung ausgestattet (z. B. Antilopen). Andere helfen sich durch Verkriechen, andere wieder durch Sichtotstellen (manche Insecten). Viele sind imstande, dem Angreifer durch eine besonders entwickelte schützende Hautdecke (eine stachelige Haut, einen festen Panzer) zu widerstehen; oder sie umgeben sich mit einer in verschiedener Weise gebildeten Röhre. Nicht wenige Insecten u. a. zeichnen sich dadurch aus, daß sie einen widrigen Geruch oder Geschmack haben, und halten dadurch den Angreifer fern. Sehr viele Tiere sind dadurch geschützt, daß sie in der Umgebung, wo sie sich bewegen oder wo sie sich zur Ruhe setzen, schwer zu sehen sind; manche Tiere sind z. B. durch ihre grüne Farbe schwer von den Pflanzen zu unterscheiden, auf denen sie leben, nicht wenige werden weiter noch dadurch verborgen, daß die Flügel oder andere Teile blattähnlich sind. Die täuschendste Aehnlichkeit mit den Umgebungen findet man vielleicht bei gewissen indischen

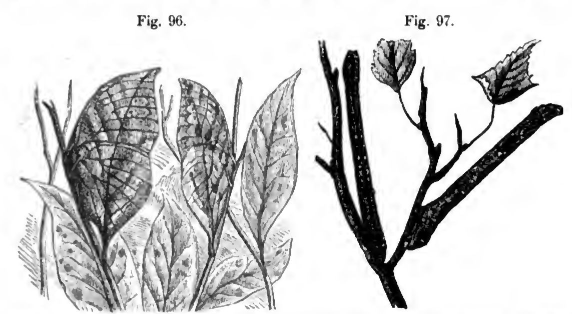


Fig. 96. Fig. 97.

Fig. 96. Zwei Exemplare einer *Kallima*, welche mit zusammengeklappten Flügeln zwischen welken Blättern dasitzen. — Nach Wallace.

Fig. 97. Zwei Spannerraupen (*Geometra betularia*).

Tagfaltern (*Kallima*, Fig. 96), die, wenn sie ruhig mit zusammengeklappten Flügeln dasitzen, ganz einem welken Blatt ähnlich sind und die sich eben auch auf Bäumen und Sträuchern mit dürrem Laub niederlassen, wo sie dann kaum zu entdecken sind. Von einheimischen Schmetterlingen bietet ein Spinner (*Gastropacha quercifolia*) ebenfalls eine bedeutende Aehnlichkeit mit welken Blättern dar. Andere Insecten sind in der Ruhe dürren Aesten ähnlich, z. B. gewisse einheimische Spannerraupen (Fig. 97), die, unbeweglich ausgestreckt, mit ihrem Hinterende an Aesten festgeheftet sitzen; andere wieder sind einem Kotballen ähnlich. — Einige Tiere sind dadurch geschützt, daß ihr Körper mit Fremdkörpern überdeckt ist; gewisse Insectenlarven tragen eine Decke von eigenem Kot mit sich umher; manche Krabben sind auf ihrer Oberseite mit einem Wald von Algen, Hydroiden u. dergl. bedeckt; manch-

mal heften sie selbst die betreffenden Organismen auf ihren Rücken. Alle in dieser Weise ausgestatteten Tiere sind natürlich schwieriger zu entdecken und erreichen dadurch einen wesentlichen Schutz (können wohl auch leichter ihre Beute überlisten).

Auch das sehr allgemeine Verhalten, daß Tiere (z. B. Säugetiere und Vögel) oben dunkel, unten hell (mit allmählicher seitlicher Abstufung) gefärbt sind, gewährt ihnen einen wirksamen Schutz, indem sie hierdurch — wie durch Versuche festgestellt ist — in einigem Abstande weit weniger sichtbar sind, als wenn sie oben und unten gleich gefärbt wären; in letzterem Fall würden sie durch ihren eigenen Schatten unten weit dunkler als oben erscheinen und sich dadurch schärfer von der Umgebung abheben, selbst wenn sie ungefähr dieselbe Farbe wie diese besäßen.

Besonders merkwürdig erscheint es, daß gewisse Tiere dadurch einen Schutz erreichen, daß sie in ihrem Aeußeren Tieren ähnlich sind, die aus irgend einer Ursache einem Angreifer unangenehm sind und deshalb von ihm in Frieden gelassen werden („Mimicry"). In Südamerika lebt z. B. eine Gruppe von Schmetterlingen (die Heliconiden), schlechte Flieger mit augenfälligen Farben, aber mit einem sehr unangenehmen Geruch, weshalb sie von den Vögeln verschmäht werden; gewisse andere Schmetterlinge, die mit ihnen zusammen leben, aber diesen Geruch nicht besitzen, sind jenen in der Form und Farbe der Flügel auffallend ähnlich und dadurch gegen die Angriffe der Vögel geschützt. Nicht wenige Schmetterlinge (Glasflügler) und Fliegen,

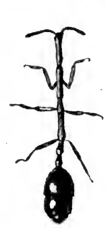


Fig. 98. *Mimanomma spectrum*. Gast der blinden Ameise Anomma. Als Beispiel von Tast-Mimicry; namentlich der Hinterleib ist außerordentlich ameisenähnlich. — Nach Wasmann.

von denen auch in Deutschland Arten leben, haben in ihrem Aeußeren eine bedeutende Aehnlichkeit mit Hymenopteren, die durch den Besitz eines Stachels geschützt sind. Gewisse Ameisengäste entgehen dadurch der Verfolgung der Ameisen, daß sie täuschend ameisenähnlich sind; der in Fig. 98 abgebildete ist ein flügelloser Käfer (Staphylinide).

Es ist übrigens keineswegs sicher, daß alle in der Literatur als „Mimicry" angeführten Fälle wirklich als solche aufzufassen sind.

Spezieller Teil.

Das Tierreich wird in folgende Hauptgruppen eingeteilt:

1. Unterreich: **Protozoen.**

Einzellige Tiere (können zuweilen Stöcke bilden, deren einzelne Mitglieder wesentlich gleichartig sind).

2. Unterreich: **Metazoen.**

Mehrzellige Tiere; die Zellen sind verschiedenartig entwickelt (Gewebe); Darmkanal, Nerven- und Muskelsystem etc. — Die Metazoen teilt man in folgende Tierkreise ein:

1. Kreis. Cölenteraten. Radiäre, festsitzende oder freischwimmende Tiere von sehr einfachem Baue, Körper sackförmig, aus zwei Epithelschichten und einer dazwischen gelegenen strukturlosen oder bindegewebsähnlichen Schicht zusammengesetzt, die eine Darmhöhle umgeben. Kein After. Keine Leibeshöhle. Kein Gefäßsystem.

2. Kreis. Spongien. Radiäre, festsitzende Tiere, Leibeswand aus zwei Schichten zusammengesetzt, von denen die innere aus Kragenzellen besteht, während die äußere, nadelförmige Skeletteile enthält. Die Wand von Poren durchsetzt, durch welche in die von der Leibeswand umgebene Höhle ein Wasserstrom eintritt, der durch eine große Oeffnung wieder hinaustritt.

3. Kreis. Echinodermen. Radiäre, festsitzende oder freilebende Tiere von komplizierterem Bau. Leibeshöhle. Verkalkungen in der Körperwand. After vorhanden. Ein Gefäßsystem. Besonderes Wassergefäßsystem in Verbindung mit Saugfüßchen. Keine gesonderten Excretionsorgane.

4. Kreis. Würmer. Bilateral symmetrische Tiere, meistens langgestreckt, von sehr verschiedenem Bau, gegliedert oder ungegliedert. Weichhäutig. Extremitäten schwach entwickelt oder fehlen. Leibeshöhle, After, Gefäßsystem, Excretionsorgane gewöhnlich vorhanden. Centralnervensystem meist größtenteils bauchständig.

5. Kreis. Arthropoden. Bilateral symmetrische gegliederte Tiere mit ungleichartig ausgebildeten Segmenten. Die stark entwickelte Cuticula bildet ein Hautskelet. Gegliederte Extremitäten. Leibeshöhle. Herz an der Rückenseite. Centralnervensystem größtenteils auf der Bauchseite. Hoch ausgebildete Sehwerkzeuge (zusammengesetzte Augen).

6. Kreis. Mollusken. Bilateral symmetrische ungegliederte Tiere. Muskulöser Fuß an der Bauchseite. Eine Hautfalte, der Mantel, bedeckt einen Teil des Körpers. Keine zusammenhängende Cuticula. Gewisse Teile der Haut sondern eine Schale ab, die an begrenzten Stellen inniger mit dem Tier zusammenhängt. Leibeshöhle. Herz an der Rückenseite. Ganglienpaare ober- und unterhalb des Schlundes, kein gegliederter Bauchnervenstrang. Meistens eine mit Reihen von Chitinzähnen bewaffnete Zunge.

7. Kreis. **Wirbeltiere.** Bilateral symmetrische Tiere; gewisse Teile des Körpers (Skelet, Muskulatur) segmental geordnet. Gewöhnlich 2 Paar Gliedmaßen (niemals mehr). Leibeshöhle. Herz an der Bauchseite. Die zentralen Teile des Nervensystems in Form eines zusammenhängenden, meistens vorn angeschwollenen dickwandigen Rohres längs der Rückenseite. Unterhalb desselben ein strangförmiger Körper, die Chorda, welcher die Grundlage des in der Regel hoch entwickelten inneren Skelets bildet. — Anhang: **Tunicaten.**

Erstes Unterreich.

Protozoa, Urtiere.

Wie es schon im Allgemeinen Teil hervorgehoben wurde, sind die Protozoen **einzellige Tiere**; jedes Individuum besteht nur aus einer einzigen Zelle. In gewissen Fällen können jedoch mehrere Individuen zu Stöcken vereinigt sein, wodurch eine gewisse Annäherung an die Metazoen entsteht, die ebenfalls Gesellschaften von Zellen sind; es ist aber insofern ein wesentlicher Unterschied zwischen einem Protozoenstock und einem Metazoon, als jener aus Zellen besteht, die der Hauptsache nach alle gleich sind, während das letztere aus Zellen besteht, die ein verschiedenes Aussehen und verschiedene Funktion besitzen (Arbeitsteilung, Gewebe).

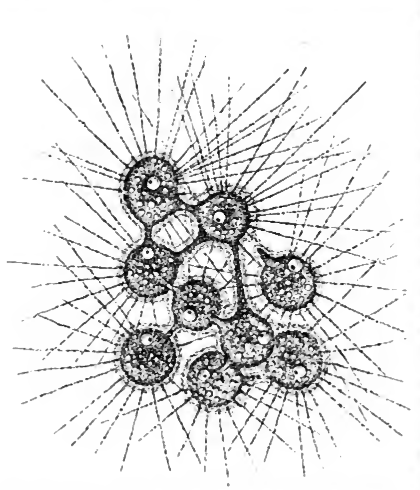


Fig. 99. **Protozoenstock** mit strangförmigen Verbindungen der Individuen.

Bei allen Protozoen besteht der Körper aus Protoplasma, dem ein Kern eingelagert ist; bei manchen Protozoen sind zahlreichere Kerne vorhanden. Der Kern ist im allgemeinen kuglig oder oval, zuweilen aber mehr gestreckt, wurstförmig etc. Im Protoplasma finden sich häufig Vacuolen, kleine, mit Flüssigkeit gefüllte Hohlräume, von denen gewisse pulsierend sind, d. h. sich zusammenziehen und wieder erweitern können, indem sie Flüssigkeit nach außen abgeben, resp. wieder aus dem Protoplasma aufnehmen; ihre Pulsationen hängen natürlich von gewissen Bewegungen des umgebenden Protoplasmas ab; selbständige Wände besitzen sie nicht. Sie scheinen vorwiegend eine excretorische Rolle zu spielen, in ihrem Inhalte ist bei verschiedenen Formen Harnsäure nachgewiesen worden. Nicht selten sind im Protoplasma verschiedene Stoffe ausgeschieden, wie Oeltropfen, Pigmentkörnchen und ähnliches. Vom Protoplasma aus geschieht ferner häufig eine Absonderung fester Teile, meistens aus kohlensaurem Kalk oder aus Kieselsäure bestehend, über die unten bei den Rhizopoden und Radiolarien des näheren berichtet werden wird.

Nicht häufig ist bei den zu den Protozoen gerechneten Formen Chlorophyll vorhanden: bei manchen Flagellaten und bei einzelnen Infusorien.

Viele Protozoen — wie die Amöben — können von allen Teilen der Oberfläche Pseudopodien aussenden; die äußere Form des Körpers ist bei ihnen eine beständig wechselnde. Bei anderen fehlt das Vermögen, Pseudopodien auszusenden, ganz, die äußerste Schicht des Protoplasmas ist dann konsistenter geworden, jedoch häufig ohne von dem inneren weicheren Teil scharf gesondert zu sein (Infusorien); oder die äußere Schicht ist zu einer bestimmter unterschiedenen, aber biegsamen Hülle geworden (Gregarinen); in beiden Fällen kann der Körper zwar gewöhnlich bis zu einem gewissen Grad die Form wechseln, aber nicht Pseudopodien aussenden. Bei solchen mehr formbeständigen Protozoen ist öfters der Körper mit Wimperhaaren oder mit Geißeln von verschiedener Stärke und Anzahl versehen. Bei einigen kommen auch undulierende Membranen vor, längere, bandartige, mit dem einen langen Rand angeheftete, schwingende Gebilde. — Fast immer sind die Protozoen Organismen von sehr geringer, „mikroskopischer“ Größe.

Die Fortpflanzung der Protozoen geschieht wie jede Zellvermehrung durch Teilung; zuerst teilt sich der Kern, dann das Protoplasma. Die Teilung ist meistens eine einfache Zweiteilung; manchmal zerfällt aber das Tier auf einmal nach vorheriger Bildung zahlreicher Kerne in eine größere Anzahl kleinerer Sprößlinge (multiple Teilung). Zuweilen hat die Teilung den Charakter einer Knospung: ein kleiner Teil des Tieres schnürt sich ab und wird zu einem neuen Individuum.

Sehr viele Protozoen der verschiedenen Abteilungen besitzen die Fähigkeit, sich unter gewissen Umständen einzukapseln (zu encystieren); der Körper rundet sich ab, und von der gesamten Oberfläche wird eine dünnere oder dickere Membran abgesondert (Fig. 100). Eine Einkapselung findet statt, wenn das Wasser, in dem die Tiere sich befinden, anfängt einzutrocknen, und in eingekapseltem Zustande können diese dann ein vollständiges Austrocknen überstehen; auch wenn die Umgebung sonst ungünstig wird, z. B. wenn das Wasser zu faulig wird, oder wenn die Nahrung erschöpft ist, kapseln sie sich ein; wenn die Verhältnisse später wieder günstig werden, verlassen sie die Kapsel. Eine Einkapselung kann aber auch nach Aufnahme sehr reichlicher

Nahrung eintreten, so daß das Tier diese in Ruhe verdauen kann; oder endlich kann sie als Einleitung zu einer Teilung stattfinden: während der Einkapselung teilt sich das Tier in eine oft sehr große Anzahl von Sprößlingen, die später die Kapsel verlassen (Fig. 101).

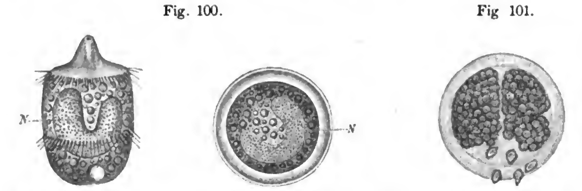


Fig. 100. Ein Infusorium in freiem Zustande (links) und eingekapselt (rechts). *N* Kern (Großkern). — Nach Balbiani.

Fig. 101. Ein eingekapseltes Infusorium, das sich in zahlreiche Sprößlinge geteilt hat; letztere sind im Begriff, die Kapsel zu verlassen. — Nach Fouquet.

Bei manchen Protozoen beobachtet man zuweilen eine Copulation (Fig. 102): zwei Individuen derselben Art nähern sich einander und verschmelzen, wobei zugleich eine Vereinigung der Kerne stattfindet[1];

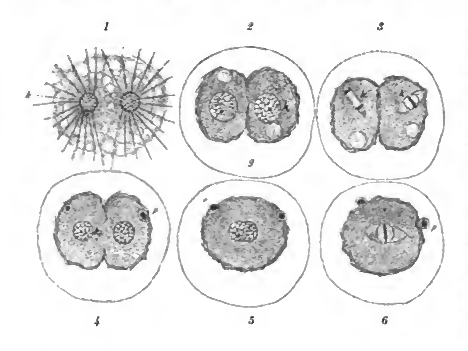


Fig. 102. Copulation bei einem Protozoon (*Actinophrys sol*, gehört zu den Heliozoen). *1* Anfang der Copulation; das Paar schwimmt noch frei umher. *2* Einkapselung derselben. *3*—*4* Teilung der Kerne und Bildung von Polzellen. *5* Verschmelzung der Kerne. *6* der neue Kern schickt sich wieder zur Teilung an. *g* Gallerthülle, *k* Kern, *p* Polzelle. — Nach Schaudinn.

die beiden Individuen, Gameten, können gleich (Isogameten) oder verschieden sein (Macro- und Microgameten); das durch die Verschmelzung entstandene Individuum heißt Zygote. Häufig findet die Copulation auf einem jugendlichen Stadium statt, gleich nach vorhergehender Teilung. Auf die Copulation folgt eine wiederholte Teilung.

1) Bei einzelnen Protozoen hat man beobachtet, daß bei der Copulation von beiden copulierten Individuen je eine kleine Zelle abgeschnürt wird (Fig. 102), ähnlich wie die Polzellen von der Eizelle.

Ueber die bei den Infusorien vorkommende Conjugation vergl. diese Gruppe.

Bei einigen Protozoen, z. B. bei Rhizopoden, hat man beobachtet, daß die Protoplasmaleiber zweier Individuen sich miteinander verbinden können, ohne daß eine Verschmelzung der Kerne stattfindet; nachher trennen sie sich wieder; bisweilen können die Individuen sich während der Vereinigung in mehrere teilen. Die Bedeutung dieser „Plastogamie" ist noch unklar. (Vergl. auch das Zusammenkleben der Gregarinen.)

Eine Grenze zwischen den Protozoen und den niedersten, einzelligen Pflanzen läßt sich nicht ziehen, und es ist recht willkürlich, was man von den einzelligen Organismen zu dem einen oder anderen der beiden Naturreichen rechnet.

1. Klasse. **Sarcodina.**

Die zahlreichen hierher gehörigen Formen stimmen darin miteinander überein, daß sie imstande sind, von der Oberfläche des häutchenlosen Körpers Pseudopodien auszusenden, vermittelst deren sie sich bewegen und ihre Nahrung aufnehmen; die meisten sind auch mit festen Teilen im Protoplasma oder um dasselbe, mit einem Skelet, versehen, das übrigens in Form und chemischer Beschaffenheit bedeutende Unterschiede darbietet. Sie sind größtenteils Meerestiere.

1. Ordnung. **Rhizopoda.**

Das Protoplasma ist in der Regel durch und durch gleichartig, zuweilen ist jedoch eine oberflächliche Schicht (Ectoplasma) hyalin, körnerfrei, ohne übrigens von dem inneren, körnigen Teil (Endoplasma) scharf gesondert zu sein. Manchmal finden sich im Protoplasma Pigmentkörnchen, öfters sind Vacuolen vorhanden, die in der Regel nicht pulsieren. Der Kern ist von einfacher rundlicher Form; nicht selten sind mehrere Kerne vorhanden. Die Pseudopodien sind entweder breitere Lappen (Fig. 1, Fig. 103 *A*) oder feine Fädchen, die dann in großer Anzahl

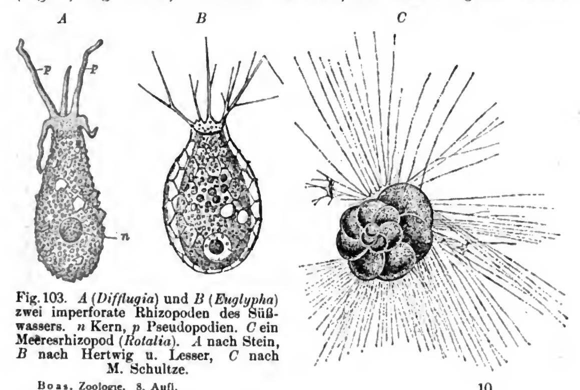


Fig. 103. *A* (*Difflugia*) und *B* (*Euglypha*) zwei imperforate Rhizopoden des Süßwassers. *n* Kern, *p* Pseudopodien. *C* ein Meeresrhizopod (*Rotalia*). *A* nach Stein, *B* nach Hertwig u. Lesser, *C* nach M. Schultze.

vom Tiere ausstrahlen und häufig netzförmige Verbindungen untereinander eingehen (Fig. 103 *C*): derartige dünne Pseudopodien besitzen oft eine bedeutende Länge, sie können bis etwa zehnmal so lang wie die Schale des Tieres werden. Mit Hilfe der Pseudopodien bewegt sich das Tier kriechend über den Boden des Wassers, über Pflanzen etc. fort; vermittelst derselben umfließt es mikroskopische Organismen oder abgestorbene organische Teilchen, um sie in sich aufzunehmen und als Nahrung zu verwerten.

Bei einigen Rhizopoden, z. B. bei den früher erwähnten Amöben, ist kein Skelet vorhanden. Die meisten sind jedoch mit einem solchen in Form einer Schale ausgestattet, die den größten Teil des Körpers umgibt. Die Schale ist im einfachsten Fall mützenförmig mit einer einzigen weiten Oeffnung, durch die das Protoplasma hervortritt. Bei anderen wird die Schale dadurch kompliziert, daß sie mehrkammerig, d. h. durch Scheidewände in mehrere kleine Räume geteilt wird, die jedoch durch kleine Oeffnungen in den Scheidewänden miteinander in Verbindung stehen und sämtlich von dem Protoplasma erfüllt sind. Derartige mehrkammerige Schalen sind entweder gerade oder spiralig gewunden, was auch bei den einkammerigen Schalen der Fall sein kann. Sowohl die ein- wie die mehrkammerigen sind entweder perforat, d. h. außer der großen Oeffnung von zahllosen feinen Oeffnungen durchbohrt, durch die das Protoplasma hervortreten kann, oder imperforat, ohne derartige Oeffnungen. Bei den perforaten und bei einigen imperforaten liegt die Schale insofern im Protoplasma, als ihre Oberfläche von diesem umflossen wird. Die Schalen bestehen gewöhnlich entweder aus einer hornartigen Masse, an der bisweilen Sandkörnchen oder anderweitige Fremdkörperchen festgekittet sind (Fig. 103 *A*), oder wesentlich aus kohlensaurem Kalk, so bei den meisten der im Meere lebenden Formen (auch die Kalkschale kann bei einigen durch angekittete Fremdkörperchen verstärkt sein.)

Das wichtigste bezüglich der Fortpflanzung Bekannte ist folgendes: Eine einfache Zweiteilung ist bei verschiedenen Rhizopoden beobachtet worden; bei den beschalten Formen bildet sich gewöhnlich das eine der neugebildeten Individuen eine neue Schale, während das andere in der alten Schale bleibt; oder letztere wird ganz verlassen, und beide Individuen bilden sich je eine neue Schale usw. Häufig kommt eine multiple Teilung vor, wobei die Mutterschale leer zurückgelassen wird. Die so entstandenen jungen Tiere können schon vor dem Verlassen der Mutterschale beschalt sein; sie können aber auch zunächst ganz abweichend, schalen- und pseudopodienlose, mit Geißeln ausgestattete, flagellatenähnliche „Schwärmer" sein. Solche Schwärmer copulieren, sind also Gameten.

Die Mehrzahl der Rhizopoden lebt im Meere, wo man sie meistens auf Pflanzen, Tierstöcken oder am Boden selbst kriechend findet, zumeist in geringeren Tiefen. Einzelne Formen treiben pelagisch, auf offenem Meere, in ungeheuren Scharen umher; ihre Schalen sinken nach dem Tode der Tiere auf den Grund des Meeres, wo man ausgedehnte Ablagerungen trifft, die zum großen Teil aus ihren Ueberresten zusammengesetzt sind (*Globigerina*). Eine kleinere Zahl lebt im Süßwasser; einige werden sogar in Moos oder in feuchter Erde, einzelne auf Mist angetroffen, einige leben als Schmarotzer.

Die Amöben (*Amoeba*) mit lappenförmigen Pseudopodien und ohne Schale (vergl. S. 1—3) leben sowohl im Süßwasser wie im Meere. Ge-

wisse Amöbenarten leben parasitisch, z. B. im Dickdarm des Menschen die harmlose *Amoeba coli* (Commensale, an manchen Orten in Deutschland häufig) und die bösartige tropische *A. histolytica* (Asien, Afrika, Südamerika), die in die Schleimhaut eindringt. — Im Süßwasser findet man ferner mehrere Rhizopoden-Gattungen mit einfachen, einkammerigen, meist hornartigen (zuweilen mit Fremdkörpern bedeckten) Schalen (Fig. 103 *A*); seltener besteht die Schale der Süßwasserrhizopoden aus Kieselplättchen (Fig. 103 *B*). Von den zahlreichen im Meere lebenden, oft ungemein zierlichen, schalentragenden Formen (Foraminiferen) ist eine in Fig. 103 *C* abgebildet. — Unter den ebenfalls sehr zahlreichen fossilen Formen nennen wir die durch ihre für ein Protozoon ungeheure Größe ausgezeichnete Gattung *Nummulites* (Fig. 104), welche einem Geldstückchen ähnlich ist.

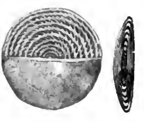


Fig. 104. *Nummulites distans* in natürl. Größe; die linke Figur stellt ein in der oberen Hälfte längs durchschnittenes Exemplar dar, die rechte Figur einen Querschnitt. — Nach Archiac u. Haime.

2. Ordnung. **Radiolaria.**

Die Radiolarien (Fig. 105) unterscheiden sich dadurch von den Rhizopoden, daß der größere Teil ihres Protoplasmas in eine poröse, häutige Kapsel, die Centralkapsel, eingeschlossen ist. Außerhalb der Centralkapsel findet sich noch eine Protoplasmaschicht und außerhalb letzterer wieder eine dünnere oder dickere Lage einer gallertigen Masse. Die Grundform des Körpers ist häufig eine kuglige; jedoch kommen auch andere Gestalten vor.

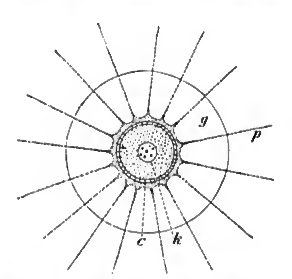


Fig. 105. Schematische Darstellung eines kugligen Radiolars mit Weglassung des Skelets. *c* Centralkapsel, *g* Gallerthülle, *k* Kern, *p* Pseudopodien. — Orig.

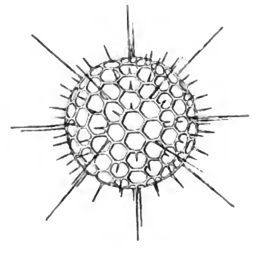


Fig. 106. Skelet eines Gitterkugel-Radiolars. Weichteile entfernt. — Nach Haeckel.

In dem von der Centralkapsel eingeschlossenen Protoplasma findet sich ein Kern (zuweilen mehrere solche), außerdem sind Vacuolen (nicht pulsierende), weiße, rote oder gelbe Oeltropfen, Pigment (rotes,

gelbes, braunes) darin vorhanden. Von der Protoplasmalage, welche die Centralkapsel umgibt, strahlen die feinen dünnen Pseudopodien gewöhnlich nach allen Seiten aus; sie gehen öfters netzförmige Verbindungen miteinander ein. Sie durchsetzen zunächst den wasserhellen Gallertmantel und ragen dann als lange, dünne Fäden in das Wasser hinaus. In dem Protoplasma außerhalb der Centralkapsel finden sich häufig Vacuolen, die auch in demjenigen Teil der Pseudopodien, der die Gallertlage durchsetzt, vorhanden sein können, wodurch die Gallerte ein blasiges, schaumiges Aussehen bekommt[1]). Die Nahrung, einzellige Tiere und Pflanzen, wird von den Pseudopodien gefangen und in das Protoplasma hineingezogen.

Von festen Teilen findet sich im Tier außer der Centralkapsel ein gewöhnlich reich entwickeltes Skelet, in der Regel aus Kieselsäure bestehend. Das Skelet ist bei verschiedenen Formen höchst verschieden. Bei einigen besteht es aus einer Menge isolierter Nadeln, die sämtlich vom Mittelpunkte des Tieres ausstrahlen, die Centralkapsel

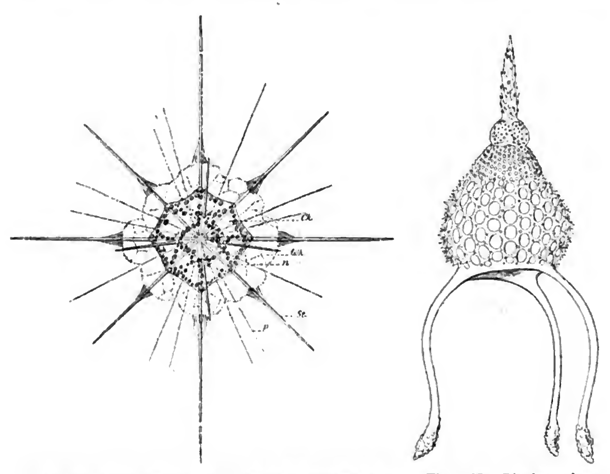


Fig. 107. *Acanthometra*, ein Radiolar, dessen Skelet aus Stacheln zusammengesetzt ist. *Ck* Centralkapsel, *n* einer der zahlreichen Kerne, *P* Pseudopodien, *St* Stacheln, *Wk* Gallerte. — Nach R. Hertwig.

Fig. 108. Skelet ohne Weichteile eines Helm-Radiolars. — Nach Haeckel.

1) Die Vacuolen enthalten (wenigstens bei einigen Radiolarien) eine wässerige Flüssigkeit von geringerem spezifischen Gewicht als das Meerwasser. Auf äußere Reize, z. B. infolge heftiger Bewegung des Wassers, zieht sich das Protoplasma zusammen, einige Vacuolen werden gesprengt, und das Tier sinkt; nach Stürmen trifft man deshalb keine Radiolarien an der Oberfläche. Durch spätere Bildung neuer Vacuolen steigen die Radiolarien wieder empor.

und die verschiedenen weichen Schichten des Tieres durchbohren und nach allen Seiten über die Oberfläche hinausragen (Fig. 107). Bei anderen bildet das Skelet eine von vielen großen Oeffnungen durchbrochene Gitterkugel, von deren Oberfläche zuweilen Stacheln ausstrahlen (Fig. 106). Bei anderen sind mehrere solche Gitterkugeln vorhanden, die ineinander eingeschachtelt liegen und durch radiäre, von der einen Kugel zur anderen gehende Stacheln verbunden sind; wenn zwei solche Kugeln vorhanden sind, liegt die eine innerhalb der Centralkapsel, die andere außerhalb derselben; sind drei Kugeln vorhanden, so kann die innerste in dem zentralen Kern liegen. In anderen Fällen ist die Schale mehr scheibenförmig oder helmförmig (Fig. 108) etc.; wir finden überhaupt in dieser Abteilung die reichste Auswahl zierlicher Skeletbildungen.

Die Fortpflanzung ist ungenügend bekannt. Bei gewissen Formen hat man gefunden, daß der Inhalt der Centralkapsel sich in eine Anzahl kleiner, mit je ein bis drei langen Geißeln versehener Geißelschwärmer teilen kann; das weitere Schicksal letzterer ist nicht bekannt, man weiß nur, daß sie die Kapsel sprengen und frei ausschwärmen[1]). — Einige Radiolarien bilden durch wiederholte einfache Teilung Kolonien, deren Individuen durch den gemeinsamen Gallertmantel zusammenhängen.

In den Radiolarien findet man sehr oft, zuweilen in großer Anzahl, kleine gelbe Zellen. Diese Zellen sind selbständige Organismen, kleine Algen, die in den Radiolarien schmarotzen oder, richtiger, in denselben Aufenthalt nehmen, denn die gelben Zellen scheinen den von ihnen bewohnten Radiolarien eher nützlich als schädlich zu sein, namentlich durch die bei ihnen wie bei anderen Pflanzen stattfindende Sauerstoffausscheidung, die der Respiration der Radiolarien zugute kommt (Symbiose).

Die Radiolarien leben ausschließlich im Meere, wo sie

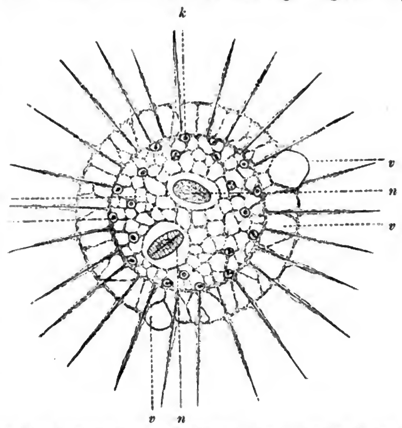


Fig. 109. *Actinosphaerium Eichhorni.* *k* Kern, *n* aufgenommene Nahrung, *v* Vacuolen. — Nach R. Hertwig.

1) Bisweilen entstehen (oft in ein und derselben Centralkapsel) zweierlei Schwärmer, größere und kleinere, was mit einiger Wahrscheinlichkeit auf eine Copulation derselben hinweist (vergl. die Sporozoen, S. 153 ff.) — die aber bis jetzt nicht beobachtet worden ist.

auf offener See schwebend in sehr verschiedener Tiefe angetroffen werden. Sie werden hier namentlich in den wärmeren Meeren in ungeheuer großer Anzahl und großem Formenreichtum gefunden. Ebenso wie die Schalen der pelagischen Rhizopoden sinken auch die Kieselskelete der Radiolarien auf den Boden des Meeres, wo sie an einigen Stellen die Hauptmasse gewisser Tiefseeablagerungen bilden.

Im Süßwasser (seltener im Meere) lebt eine kleine Protozoengruppe, die **Heliozoen** (Sonnentierchen), die sich durch den Mangel einer Centralkapsel von den Radiolarien unterscheiden, während sie sich sonst in den meisten Beziehungen den kugelförmigen Arten unter diesen ziemlich eng anschließen und wie diese im Wasser schweben; das Skelet besteht, wo es vorhanden ist, aus Kiesel (Nadeln oder Gitterkugeln), die Pseudopodien sind strahlig angeordnet. Von den Süßwasserformen erwähnen wir das ansehnliche *Actinosphaerium Eichhorni* (von der Größe eines Stecknadelkopfes, Fig. 109) mit zahlreichen Kernen in dem sehr vacuolenreichen Protoplasma: demselben geht ein Kieselskelet ab, die Pseudopodien sind aber wie bei anderen Heliozoen von je einem festeren, aus organischer Substanz bestehenden Achsenfaden gestützt.

2. Klasse. **Flagellata.**

Unter dem Namen Flagellaten faßt man eine große Anzahl einzelliger Organismen zusammen, welche das Gemeinsame haben, daß sie mit einer langen Geißel oder mit einer geringen Anzahl solcher ausgestattet sind. Meistens ist es auch für die Flagellaten charakteristisch, daß die Oberfläche von einer einigermaßen festen äußeren Schicht (Ectoplasma) begrenzt ist, welche nach innen allmählich in das weichere Innere (das Endoplasma) übergeht. Uebrigens sind die Flagellaten äußerst verschiedenartig ausgebildet, und ihre natürliche Zusammengehörigkeit ist mehr als zweifelhaft; manche sind chlorophyllführend und assimilieren in derselben Weise wie Pflanzen.

Einige Flagellaten sind mit einer trichterförmigen Einsenkung der Oberfläche (Mundöffnung) versehen, durch welche die Nahrung in das Protoplasma hineintritt (Fig. 110, 1, *o*). Gewisse eingeißelige Formen (Choanoflagellaten) sind dadurch ausgezeichnet, daß an einem Ende des Körpers ein hoher dünner Kragen sitzt, innerhalb dessen die Geißel ihren Platz hat (6). Nicht wenige Formen sind festsitzend (5—6), indem z. B. an einem Ende ein dünner Stiel entspringt, mit welchem sie festgeheftet sind; solche Formen sind oft von einer becherförmigen Hülle umgeben (5), und manche von ihnen bilden Stöcke von lose verbundenen Individuen; auch bei freischwimmenden Flagellaten kommt eine ähnliche Stockbildung vor (z. B. bei *Volvox*, bei welchem die Individuen zu einer Hohlkugel zusammengeordnet sind). Eine amöboide Bewegung und Pseudopodienbildung kommt bei einigen Formen vor, ist aber den meisten fremd. Außer den Geißeln findet sich bei einigen Flagellaten eine undulierende Membran (*Trichomonas*, 4; *Trypanosoma*, Fig. 111). Es ist ein rundlicher einfacher Kern vorhanden und oftmals eine pulsierende Vacuole. Manchmal besitzen sie einen roten Pigmentfleck.

Die Fortpflanzung ist wie gewöhnlich eine Teilung; oft findet eine Einkapselung statt, während deren eine Teilung in zwei Individuen stattfindet, die nachher die Kapsel verlassen; oder es teilt sich

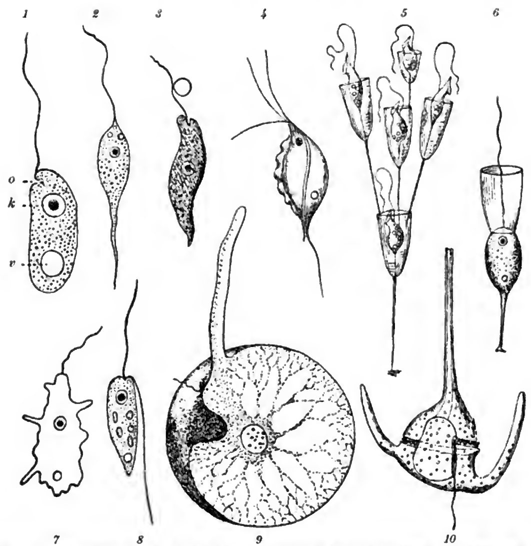


Fig. 110. Verschiedene Flagellaten. *1* Schema eines Flagellaten; *k* Kern, *o* Mund, *v* Vacuole. *2 Cercomonas*, mit einer Geißel und mit Schwanzanhang. *3 Euglena* (mit Chlorophyll). *4 Trichomonas*, mit Geißeln und einer undulierenden Membran. *5* gestielte festsitzende Flagellate, mit becherförmiger Hülle, stockbildend. *6* Choanoflagellate. *7 Mastigamoeba*, pseudopodienbildend. *8 Dimastigamoeba*, mit zwei Geißeln. *9 Noctiluca*, durchschnitten. *10* Dinoflagellate (*Ceratium*). — Nach Stein u. a.

das eingekapselte Individuum in zahlreiche kleine. Eine Copulation mit nachfolgender Einkapselung und Teilung findet manchmal statt.

Die Flagellaten kommen zahlreich in Süßwasser vor, manche Formen finden sich im Wasser mit faulenden Substanzen, andere im Darmkanal verschiedener Tiere (einige Arten z. B. konstant im Magen der Wiederkäuer, im Blinddarm des Schweines, im Enddarm der Frösche; auch im Darm des Menschen kommen Flagellaten vor).

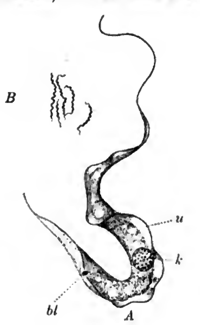


Fig. 111. *A.* Ein Trypanosom, etwa 2000mal vergr. *bl* Blepharoplast. *k* Kern. *u* undulierende Membran. — *B. Spirochaete pallida*, etwa 1000mal vergr. — *A* nach Lühe, *B* nach Schaudinn.

Andere Flagellaten sind als ernste Krankheitserreger bekannt. Es gehört hierzu das *Trypanosoma Brucei*, ein Flagellat mit einer Geißel und undulierender Membran[1]), das die berüchtigte Naganakrankheit verursacht, die bei Rindern, Pferden u. a. in Süd-Afrika auftritt; es lebt im Blute der betreffenden Tiere und wird durch den Stich der Tsetsefliege (*Glossina morsitans*) von einem Tier aufs andere übertragen. Außer der Nagana werden noch verschiedene andere Krankheiten von Trypanosomen hervorgerufen, z. B. die furchtbare tropische (afrikanische) Schlafkrankheit beim Menschen. Der Mikroorganismus, der die Syphilis verursacht, *Spirochaete pallida* (Fig. 111 *B*), wird von einigen Forschern als mit den Trypanosomen verwandt aufgefaßt (von anderen dagegen den Bacterien zugerechnet).

Zu den Flagellaten gehören die Cystoflagellaten, eine kleine Abteilung von Meeresorganismen, deren bekanntester Vertreter die in den europäischen Meeren oft in großer Anzahl anzutreffende *Noctiluca miliaris* (Fig. 110, 9) ist, welche ihres Leuchtvermögens wegen bekannt ist. Die Noctiluca ist eine kuglige Form von etwa 1 mm Durchmesser, die außer einer kleinen Geißel noch einen langen kräftigen, als Tentakel bezeichneten schwingenden Fortsatz trägt; der blasige Körper ist von einer Membran umgeben und mit einer Mundöffnung versehen.

Den Flagellaten werden manchmal auch die Dinoflagellaten (Fig. 110, 10) zugerechnet. Es sind Formen des süßen und salzigen Wassers, die von einem festen Panzer (Cellulose) mit eigenartiger Skulptur umgeben sind; sie sind mit zwei Geißeln ausgestattet, von denen die eine in einer Spiralfurche liegt. Sie ernähren sich in pflanzlicher Weise. — Zu den chlorophyllführenden Flagellaten gehören auch die Coccolithophoriden, pelagische, massenhaft auftretende Formen, deren Schalen aus eigenartigen kleinen Kalkkörpern, den sog. Coccolithen, zusammengesetzt sind, welche wichtige Bestandteile ausgedehnter Meeresablagerungen aus der Jetzt- und Vorzeit (Kreide) bilden.

3. Klasse. **Sporozoa.**

Zu dieser Abteilung rechnet man eine große Menge von schmarotzenden Protozoen, die sämtlich eine gewisse Uebereinstimmung in bezug auf die Fortpflanzung darbieten (Bildung von „Sporen", vergl. unten), während sie im übrigen recht verschieden sein können. Allen gemeinsam ist noch, daß sie unbewimpert sind und daß der Kern eine einfache rundliche Form hat. Allgemein sind sie Zellschmarotzer, dringen jeder in eine einzelne Zelle ein, in der sie entweder nur in der Jugend oder auch später leben.

Eine Unterabteilung der Sporozoen sind die **Gregarinen,** die dadurch unterschieden werden, daß der Körper von einer deutlichen Hülle umgeben ist. Die Gregarinen sind gewöhnlich von recht ansehnlicher Größe und gestreckter Form; bei manchen ist der Körperinhalt in einen vorderen kleineren und einen hinteren größeren Abschnitt geteilt, die durch eine dünne Scheidewand voneinander gesondert sind (der Kern liegt in dem größeren Abschnitt). In der äußersten körnerfreien Lage des Protoplasmas, innerhalb der Hülle, finden sich

1) Die Trypanosomen sind weiter dadurch ausgezeichnet, daß sie mit zwei Kernen versehen sind: einem Hauptkern und einem kleineren Blepharoplast (Geißelkern), welch letzterer am Ende der undulierenden Membran liegt.

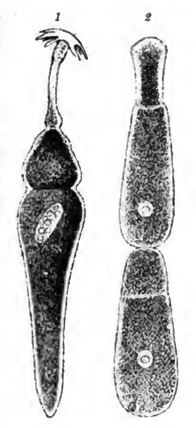


Fig. 112. Gregarinen. *1* Gregarine aus dem Darmkanal einer Libellenlarve, mit einem Fortsatz zum Festhalten in der Darmwand. *2* zwei verklebte Individuen einer Gregarinenart, aus dem Darm einer Käferlarve. — Nach Aimé Schneider.

sehr häufig feinste querverlaufende Fasern, wahrscheinlich Muskelfibrillen. Zuweilen ist am vorderen Körperende ein rüsselartiger, öfters mit Haken bewaffneter Fortsatz vorhanden, durch den die Gregarine an der Darmwand des Wirts festgehalten wird. Oft findet man zwei oder mehr Exemplare zu Ketten verklebt, was mit der Fortpflanzung nichts zu tun zu haben braucht. Die Gregarinen bewegen sich teils durch Zusammenziehen und Ausstrecken des Körpers, teils dadurch, daß sie durch Poren oder Spalten der Hülle eine Gallertmasse ausscheiden. Die Nahrung wird durch die Oberfläche aufgenommen. — Die Fortpflanzung findet, soweit sie bekannt ist, gewöhnlich in folgender Weise statt: Sie hebt damit an, daß zwei Individuen sich dicht zusammenlegen, sich gemeinschaftlich abrunden und mit einer gemeinsamen Kapsel umgeben (Fig. 113, 1). Dann schnüren sich von ihrer Oberfläche zahlreiche kleine Zellen ab (2), Gameten, von denen je zwei copulieren; wahrscheinlich stammt stets der eine der zwei copulierenden Gameten von der einen der zwei Gregarinen, der andere

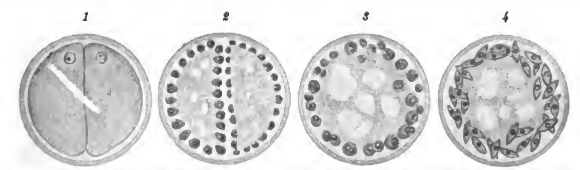


Fig. 113. Die Fortpflanzung einer Gregarine. *1* zwei Individuen haben sich mit einer gemeinschaftlichen Kapsel umgeben. *2* jede derselben hat zahlreiche Gameten von der Oberfläche abgeschnürt. *3* die Gameten sind im Begriff zu je zweien zu copulieren. *4* die Sporen sind gebildet.

von der anderen. Die zwei copulierenden Gameten sind in einigen Fällen gleich (3), in anderen hat die eine der zwei eingekapselten Gregarinen unbewegliche, „weibliche“ Gameten, die andere bewegliche, „männliche“ Gameten abgeschnürt, die innerhalb der Kapsel jene aufsuchen und sich mit ihnen verbinden (Fig. 114). Nachdem die Gameten sich vollständig vereinigt haben, umgibt die „Zygote“ sich mit einer Hülle und wird jetzt als Spore bezeichnet. Der Inhalt der Spore teilt sich wieder in gewöhnlich acht Keime (Fig. 115, 3), kleine, in der Regel sichelförmige Zellen. (Bisweilen kapselt sich eine einzelne Gregarine ein und teilt sich in Zellen, die ohne Copulation jede zu einer Spore werden.) Die Gregarinen werden gewöhnlich in dem eingekapselten

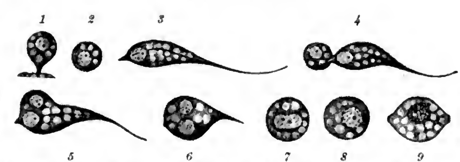


Fig. 114. Die Copulation bei einer anderen Gregarine. *1* Gamet im Begriff sich abzuschnüren. *2* weiblicher, *3* männlicher Gamet. *4* dieselben im Anfang der Copulation, *5—7* spätere Stadien der Copulation, *8* junge, *9* fertige Spore. — Nach Léger.

Zustande mit dem Kot des Wirts entleert; nach Bildung der Sporen wird die große Kapselwand unter Einfluß der umgebenden Feuchtigkeit gesprengt, und die Sporen werden frei (Fig. 115, 1). Wenn dann die

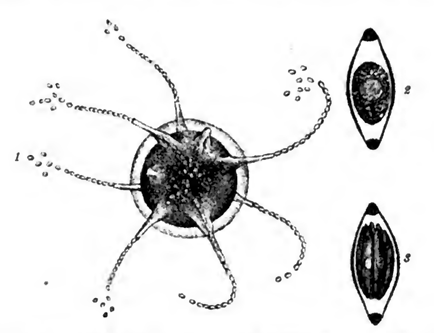


Fig. 115. *1* Sporenkapsel einer Gregarine aus den Excrementen einer Tipula (die Gregarine lebt im Darm derselben); die Sporen werden durch Röhrchen entleert. — *2—3* Sporen, *3* mit Keimbildung. — Nach Léger und Bütschli.

Sporen von einem neuen Wirt aufgenommen werden, öffnet sich die Sporenwand unter Einwirkung der Verdauungssäfte, und die Keime werden frei. Letztere wandern jede in eine Epithelzelle ein und verleben hier einige Zeit, um zur Gregarine heranzuwachsen; später treten die Gregarinen aus den Zellen aus und leben — wenn es sich um Darmschmarotzer handelt — entweder frei im Darm oder an die Wand geheftet. — Gregarinen werden gefunden in Echinodermen, Würmern, Arthropoden, Mollusken und Tunicaten, aber nicht in Wirbeltieren; die meisten leben im Darmkanal, viele z. B. im Darm von Insecten.

Eine andere Gruppe der Sporozoen sind die **Coccidien**, die dadurch abweichen, daß sie nackte, hüllenlose Zellen sind. Ihre Form ist kugelig oder eiförmig; eine Sonderung in zwei Abschnitte kommt nicht vor; die Größe ist meistens gering. Sie sind echte Zellschmarotzer, die ihre volle Größe innerhalb der von ihnen bewohnten Zelle erreichen.

Sie leben im Darmkanal oder in anderen Organen (Leber, Niere, Geschlechtsorganen) von zahlreichen Tieren, häufig bei Wirbeltieren; eine Art (*Coccidium oviforme*) ist oft massenhaft in den Gallengängen und im Darmepithel des Kaninchens vorhanden und kann eine tödliche Erkrankung hervorrufen [1]).

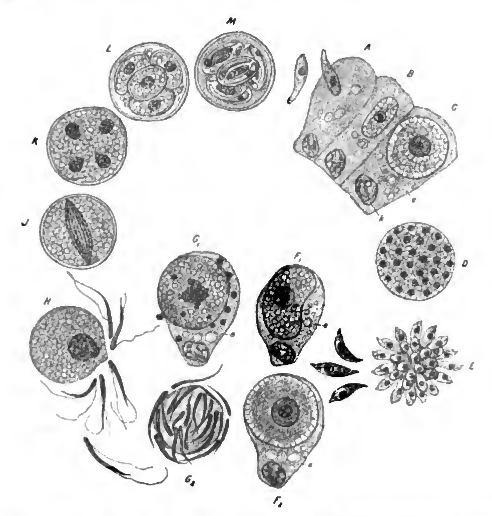


Fig. 116. Zeugungskreis eines Coccidiums. *A* Epithelzelle mit einem einwandernden Keim. *B—C* Epithelzellen mit dem sich weiter entwickelnden jungen Coccidium. *D* letzteres allein: der Kern hat sich geteilt. *E* das Coccidium hat sich in zahlreiche kleine Zellen geteilt. F_1 und G_1 Macrogametenbildung. F_2 und G_2 Microgametenbildung. *H* Befruchtung eines Macrogameten. *J* Einkapselung der Zygote. *K* Teilung des Kernes derselben. *L* Sporenbildung. *M* Keimbildung. *e* Epithelzelle des Wirts, *k* Kern derselben. — Nach Schaudinn.

Für einige Coccidien ist die Fortpflanzung genau bekannt. Sie findet in folgender Weise statt: Die junge Coccidie (ein Keim) wandert in eine Epithelzelle ein (Fig. 116, *A*) und wächst hier zu ihrer vollen Größe aus (*B*, *C*); darauf teilt sich der größte Teil ihres Körpers in zahlreiche kleine Zellen (*D*, *E*), die sich wiederum in Zellen des Wirts einbohren und heranwachsen. Einige davon verhalten sich ganz wie die Muttercoccidie (*A*, *B*, *C* etc.), teilen sich in kleine Zellen etc. Andere aber (F_1, G_1), die sich langsamer entwickeln und dabei

1) Eine Darmkrankheit des Rindes („rote Ruhr") wird ebenfalls von einem Coccidium hervorgerufen, das nach einigen Verff. mit oviforme identisch ist, nach anderen eine selbständige Art bildet.

dotterartige Stoffe im Protoplasma aufspeichern, entwickeln sich jede zu einem großen Macrogameten[1]). Wieder andere (F_2, G_2) teilen sich in zahlreiche kleine, sehr bewegliche Zellen, Microgameten[2]), die mit je zwei Geißeln ausgestattet sind. Die Microgameten bohren sich — ganz wie ein Samenkörperchen in das Ei — in die Macrogameten ein (*H*), der Kern des Macrogameten verschmilzt mit dem Kern des Microgameten; der so befruchtete Macrogamet (Zygote) umgibt sich mit einer Kapsel (*J*). In diesem Zustande wird die Coccidie meistens aus dem Wirtskörper entleert. Nachher teilt sich der Inhalt in vier Sporen (*K*, *L*), deren jede sich mit einer Hülle umgibt; die Sporen teilen sich wieder in je zwei Keime (*M*). Wenn die Kapsel in den Darmkanal eines neuen Wirts aufgenommen wird, werden die Keime frei, bohren sich in Epithelzellen ein etc.

Eine dritte Gruppe der Sporozoen, die **Hämosporidien,** schließen sich im ganzen eng an die Coccidien an, von denen aber manche Hämosporidien dadurch abweichen, daß sie amöboide Bewegungen ausführen können. Sie leben in den roten Blutkörperchen der Wirbeltiere. Arten der Gattung *Plasmodium* (*Haemamoeba*) erzeugen beim Menschen die als Malaria (Sumpffieber) bezeichneten Krankheiten. Diejenigen Arten, deren Lebensgeschichte genauer studiert ist, haben einen Entwicklungszyklus, der genau demjenigen der Coccidien entspricht: die Entwicklung ist nur dadurch eigentümlich, daß ein Teil davon nicht im Freien, sondern in gewissen Mücken (Arten der Gattung *Anopheles*) verläuft: Die Mücke saugt das Blut des Malariakranken, und damit gelangen die Schmarotzer in den Mückendarm, wo die Copulation der Macro- und Microgameten stattfindet. Der befruchtete Macrogamet (Zygote, wegen ihrer Beweglichkeit hier auch Ookinet genannt) dringt in die Wandung des Mückendarms ein, wo die Sporen- und Keimbildung stattfindet; später treten die Keime in die Leibeshöhle der Mücke und von dort in deren Speicheldrüsen ein, und wenn dann die Mücke einen Menschen sticht, werden die Keime in dessen Blut eingespritzt[3]) und die Krankheit geradezu eingeimpft. Im Blute des Menschen wandern die Schmarotzer in die Blutkörperchen hinein, wachsen und teilen sich in letzteren, die schließlich von den Parasiten gesprengt werden, die nun wiederum in andere Blutkörperchen einwandern, wachsen, sich teilen usw.; die Fieberanfälle fallen damit zusammen, daß zahlreiche Blutkörperchen auf einmal von den Schmarotzern gesprengt werden und diese sich in gesunde Blutkörperchen einbohren; da die Entwicklung des Schmarotzers eine ge-

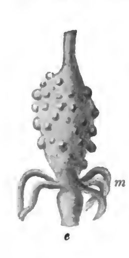


Fig. 117. Chylusdarm und Anfang des Enddarmes (*e*) und der Malpighischen Gefäße (*m*) der Mücke *Anopheles*. Schwach vergr. Auf der Oberfläche des Chylusdarmes zahlreiche Knoten mit eingekapselten Plasmodien. — Nach Grassi.

1) Der Macrogamet stößt vor der Reife polzellenähnliche Körperchen (Fig. G_1, die dunklen runden Körperchen) aus (vergl. Eibildung).

2) Bei der Teilung bleibt ein großer Teil des Protoplasmas als „Restkörper" zurück (G_2).

3) Wenn eine Mücke Blut saugt, wird gleichzeitig Speichel eingespritzt (vergl. die Insecten).

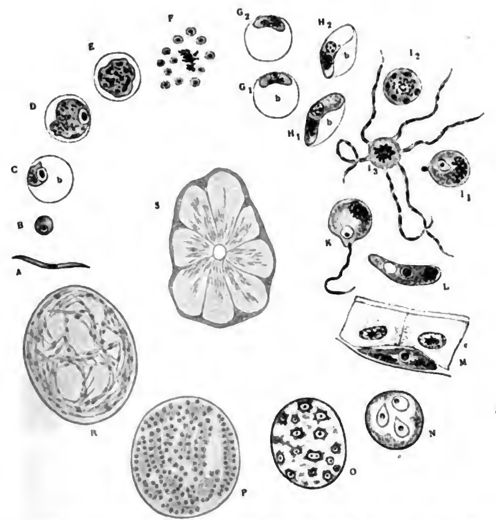


Fig. 118. Zeugungskreis eines Malariaparasiten des Menschen. *A* Keim, der in das Blut des Menschen von einer Mücke eingespritzt wird; *B* derselbe etwas später; *C* derselbe in ein Blutkörperchen (*b*) eingewandert; *D* ausgebildetes Plasmodium im Blutkörperchen; *E* dasselbe im Anfang der Teilung; *F*: die Sprößlinge haben das Blutkörperchen gesprengt. In G_1 und G_2 sieht man letztere, nachdem sie in Blutkörperchen eingewandert und im Begriff sind, sich zu Macro- und Microgameten zu entwickeln; H_1 junger, I_1 fertiger Macrogamet; H_2 und I_2: Individuen, die im Begriff sind, sich zu Microgameten zu entwickeln; I_3: letztere fertig gebildet (die Microgameten sind lange Fäden, die noch an einem Restkörper festhängen); *K* Copulation eines Macro- und eines Microgameten; *L* Zygote; *M* dieselbe unterhalb des Epithels (*e*) des Mückendarms; *N—O* Einkapselung und Sporenbildung; *P—R* Keimbildung; *S* Querschnitt einer Speicheldrüse der Mücke mit zahlreichen Keimen. — Nach Schaudinn.

wisse Zeit dauert, treten die Fieberanfälle in regelmäßigen Zwischenräumen ein (Wechselfieber, „Quartana“, „Tertiana“). Wenn der Schmarotzer einige Zeit im Blute gewesen ist, fangen einige Individuen an, sich zu Macro- und Microgameten zu entwickeln.

Andere Arten von *Plasmodium* leben in Vögeln. — Eine sehr verbreitete Rinderkrankheit, das „Texasfieber“ (Blutharnen), die auch in Europa vorkommt, wird von einem birnförmigen Blutkörperparasiten, ***Babesia*** oder ***Piroplasma*** (***Pirosoma***) ***bigeminum,*** verursacht; dasselbe wird von einem Tier aufs andere durch Milben der Gattung Ixodes übertragen, die am Rinde Blut saugen und deren Eier dadurch infiziert werden, so daß die Jungen der Milben, wenn sie an gesunden Rindern Blut saugen, den Schmarotzer auf letztere übertragen.

Die **Sarcosporidien** (Gattung *Sarcocystis*), auch Mieschersche oder Raineysche Schläuche genannt, leben in den quergestreiften Muskelfasern der Wirbeltiere eingeschlossen. Es sind längliche Zellen, die früh mehrkernig werden und allmählich in zahlreiche dünnwandige Sporen zerfallen, die je eine größere Anzahl Keime enthalten; der ganze Körper ist von einer dicken Hülle umgeben und kann oft eine Länge von mehreren Millimetern erreichen. In diesem Zustand werden die Schläuche häufig, z. B. in den Muskeln des Schweines und anderer Säugetiere, gefunden (äußerst selten beim Menschen).

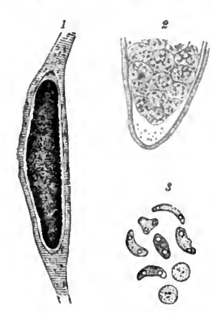


Fig. 119. *1* Raineyscher Schlauch in einer Muskelfaser, *2* die Spitze eines solchen mit etwa einem Dutzend Sporen, stärker vergr., *3* einzelne Keime, stark vergr. — Nach Leuckart.

Die **Myxosporidien** („Fischpsorospermien") sind amöbenähnliche mehrkernige Organismen, die in fast allen Organen bei Fischen vorkommen. Die Lebensgeschichte verläuft — mit zahlreichen Modifikationen — etwa in folgender Weise. Ohne daß das Myxosporidium sich vorher eingekapselt oder aufgehört hat sich zu bewegen, findet innerhalb desselben eine eigentümliche Sporenbildung

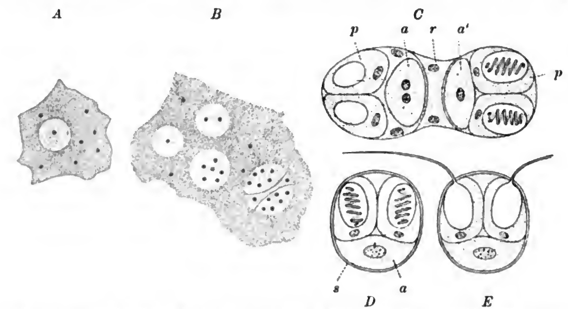


Fig. 120. Schema einer Myxosporidie. *A* Myxosporidie; die schwarzen Punkte sind die Kerne; um einen derselben hat sich ein Pansporoblast isoliert (der hellere Fleck). *B* Myxosporidie mit vier Pansporoblasten auf verschiedener Entwicklungsstufe; rechts einer mit 14 Kernen, in dem sich zwei Sporoblasten isoliert haben. *C* Pansporoblast, stärker vergr. *a* Amöboidkeim noch mit zwei Kernen; in *a'* sind die Kerne verschmolzen. *p* Polkapsel. *r* Restkörper. *D* und *E* zwei Sporen, die eine mit ausgetretenen Spiralfäden. *s* Sporenkapsel.

statt. Um je einen Kern isolieren sich zunächst Teile des Protoplasmas: Pansporoblasten. Der Kern jedes Pansporoblasten teilt sich in mehrere, bei manchen Myxosporidien 14, Kerne, die sich in zwei Gruppen

von je 6 mit zugehörigem Protoplasma ordnen, so daß zwei Kerne als Rest übrig bleiben. Die zwei Protoplasmamassen mit je 6 Kernen nennt man Sporoblasten; von den 6 Kernen verschmelzen zwei und werden mit einem Teil des Protoplasmas zusammen zu dem eigentlichen Fortpflanzungskörper, dem „Amöboidkeim", während zwei mit samt ihrem Protoplasma zu je einer sog. Polkapsel werden, die einen Spiralfaden enthält; beide Polkapseln und der Amöboidkeim werden von einer gemeinsamen Sporenschale umgeben, die von dem den zwei rückständigen Kernen angehörigen Protoplasma abgesondert wird, und bilden zusammen eine Spore. Wenn die Sporen in den Darmkanal eines Tieres gelangen, bei dem das Myxosporidium leben kann, treten zunächst die Spiralfäden hervor und heften die Spore an die Darmwandung, und nachher tritt der Keim heraus. Dieser wächst heran und vermehrt sich durch Teilung in den Geweben des Wirtes, die auch durch die Einwirkung des Schmarotzers zu lebhafter Zellenneubildung veranlaßt werden, so daß sich Geschwülste bilden, die eine ansehnliche Größe erreichen können.

Der Erzeuger der berüchtigten „Pebrine"-Krankheit des Seidenwurms gehört zu einer den Myxosporidien nahestehenden Abteilung, den Microsporidien, deren Fortpflanzung sich ähnlich gestaltet.

4. Klasse. **Infusoria (Ciliata, Infusionstierchen).**

Bei den Infusorien besitzt eine dünne äußerste Schicht eine festere Beschaffenheit als das übrige Protoplasma, und damit hängt es zusammen, daß den Infusorien das Vermögen abgeht, Pseudopodien auszusenden. Eine Formveränderung des meistens abgerundeten, ovalen oder mehr länglichen Leibes ist dadurch nicht ausgeschlossen: der Körper kann sich verlängern, verkürzen, abrunden. An zwei Stellen der Oberfläche fehlt übrigens die erwähnte festere Schicht; die eine

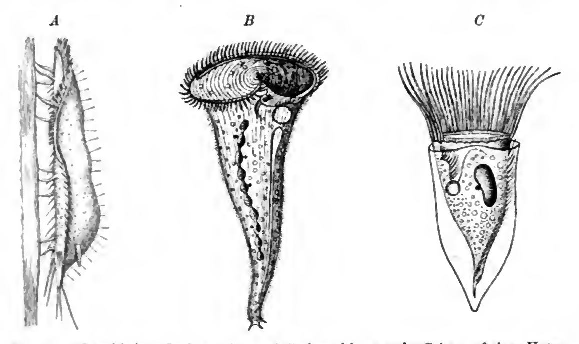


Fig. 121. Verschiedene Infusorien. *A Stylonychia*, von der Seite, auf einer Unterlage kriechend; ein Körperchen tritt aus dem After hinaus. *B Stentor* (Trompetentierchen); links der perlschnurförmige Großkern mit vier Kleinkernen (schwarz) daneben, rechts Vacuole, oben Wimperspirale und Mundtrichter. *C Tintinnide* mit becherförmigem Gehäuse; neben dem Großkern ein Kleinkern. — Nach Bütschli-Schewiakoff.

dieser Stellen dient zur Nahrungsaufnahme und wird als Mund bezeichnet, durch die andere, den After, treten die unverdauten Teile wieder nach außen[1]). Die beiden Oeffnungen sitzen oft nahe den entgegengesetzten Enden des Körpers; das Ende, in dessen Nähe der Mund sitzt, wird als Vorderende, das andere als Hinterende bezeichnet; der Mund befindet sich meistens am Boden einer öfters ziemlich tiefen, trichterförmigen Einsenkung, während der After nur dann als ein Spalt sichtbar wird, wenn etwas durch ihn entleert wird Die Infusorien sind durchweg mit Wimperhaaren versehen, die bei der Bewegung die Hauptrolle spielen. Sie sind bei einigen gleichmäßig, öfters in Längsreihen angeordnet, über die gesamte Oberfläche verbreitet; bei anderen sind in dem Wimperkleid einige besonders stark oder eigentümlich gebildete, durch Verkittung von mehreren feinen entstandene (stachel-, hakenförmige) Wimperhaare[2]) vorhanden, oder es finden sich eine oder mehrere Reihen derartiger Wimperhaare zwischen den anderen; besonders häufig ist das Vorhandensein einer spiraligen Reihe kräftiger Wimperhaare am vorderen Körperabschnitt, durch welche die Nahrung der Mundöffnung zugestrudelt wird („adorale Wimperspirale"). Bei anderen wieder ist das gesamte Wimperkleid mit Ausnahme der letztgenannten (oder dieser und noch eines Wimperhaarringes) in Wegfall gekommen.

Im Protoplasma finden sich (Fig. 121—123) ein größerer Kern, Großkern (*Macronucleus*), der bald rundlich, bald wurst- oder band-

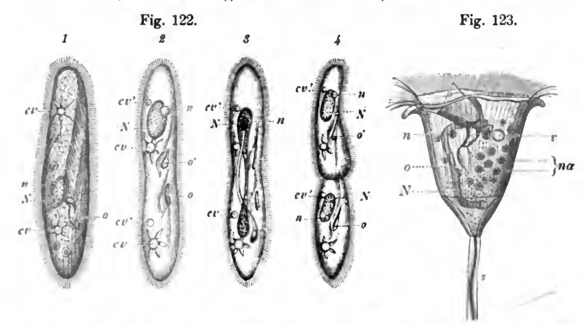


Fig. 122. *1* ein Infusorium (*Paramaecium*). *2—4* dasselbe in verschiedenen Stadien der Teilung; in *2* haben der Mund und die pulsierenden Vacuolen sich verdoppelt; in *3* haben sich Groß- und Kleinkern stark verlängert und eingeschnürt, in *4* haben dieselben sich geteilt. *cv* pulsierende Vacuole, *cv'* neugebildete Vacuole, *o* Mund, *o'* neugebildeter Mund. *N* Großkern, *n* Kleinkern. — Nach Bütschli.

Fig. 123. Eine Vorticelle; unterer Teil des Stiels nicht gezeichnet. *na* Nahrung, *s* Stiel. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 122. — Nach Bütschli.

1) Der After scheint oft zu fehlen; bei gewissen parasitischen Infusorien (Opalinen) fehlt auch der Mund.

2) Aehnlich verhalten sich auch die bei gewissen Infusorien vorhandenen sog. Membranellen, schwingende blattförmige Gebilde, deren jedes als eine kurze Reihe miteinander verschmolzener Wimperhaare aufzufassen ist. Zuweilen kommen auch undulierende Membranen vor.

förmig oder perlschnurförmig ist, und neben demselben ein oder mehrere kleinere Kerne, Kleinkerne (*Micronuclei*); selten sind zwei Großkerne vorhanden. In der Nähe der Oberfläche finden sich eine oder mehrere pulsierende Vacuolen, welche die in ihnen enthaltene Flüssigkeit durch je eine oder mehrere feine Poren nach außen entleeren, um nachher wieder Wasser aus dem Protoplasma aufzunehmen. Im äußeren Teil des Protoplasmas findet man häufig feine Fädchen von kontraktiler Substanz, Muskelfibrillen; bei gewissen festsitzenden gestielten Formen (Vorticellen) ist ein starker kontraktiler Faden im Stiel entwickelt (Fig. 123, *s*). Im Protoplasma können außerdem noch Fettkügelchen und Pigmentkörnchen vorhanden sein[1]).

Derartige feste Skeletbildungen wie bei den Sarcodinen kommen bei den Infusorien nicht vor; einige sondern aber ein gallertiges oder häutiges, becher- oder röhrenförmiges Gehäuse (Fig. 121 *C*) ab, das den Körper lose umgibt und in das sie sich zurückziehen können (das Verhältnis des Tieres zum Gehäuse ist ein ähnliches wie zwischen einem Röhrenwurm und dessen Röhre). Das Gehäuse ist gewöhnlich fremden Körpern angeheftet; bei einigen im Meere lebenden Infusorien trägt das Tier aber das Gehäuse mit sich umher.

Die Infusorien pflanzen sich durch Teilung (Fig. 122) fort, die gewöhnlich senkrecht zur Längsachse erfolgt, also eine Querteilung ist; vor der Teilung teilen sich sowohl der Groß- als der Kleinkern.

Während eine eigentliche Copulation bei den Infusorien selten angetroffen wird, findet dagegen eine Conjugation, eine zeitweilige Vereinigung zweier Individuen mit nachfolgender Trennung, sehr häufig statt. Die beiden Individuen verschmelzen an einer begrenzten Stelle miteinander, und während (und nach) der Vereinigung findet eine Reihe von Umbildungen der Kerne und teilweiser Austausch derselben statt.

Die näheren Umstände dabei sind folgende: Der Großkern nimmt eine unregelmäßige Form an, zerfällt in mehrere Stücke und löst sich schließlich im Protoplasma auf. Gleichzeitig teilt sich der Kleinkern in vier (Fig. 124, 2), die aber bis auf einen wieder aufgelöst werden (3)[2]). Der übrig gebliebene Kleinkern teilt sich in zwei (4), von denen der eine in das andere Individuum überwandert (5—6): es findet ein gegenseitiger Austausch von Kleinkernen statt. Dann trennen sich die Paarlinge. Die beiden Kleinkerne in jedem Individuum, von denen also der eine von dem anderen Paarling herstammt, verschmelzen miteinander, und der so gebildete Kern teilt sich in zwei, von denen der eine zum neuen Großkern, der andere zum Kleinkern wird.

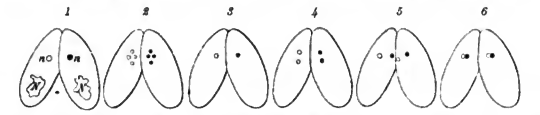


Fig. 124. Zwei Infusorien in verschiedenen Stadien der Conjugation. Schema. *n* Kleinkern, *N* Großkern. Der Kleinkern des einen Exemplars ist hell, derjenige des anderen dunkel gehalten. Siehe den Text.

1) Bei gewissen Infusorien finden sich in den oberflächlichen Teilen des Protoplasmas sogenannte Trichocysten, stab- oder nadelförmige Körperchen, die in vielfach längere, fadenförmige Gebilde ausgeschnellt werden können; durch dieselben wird, wie es scheint, die Beute gelähmt (vergl. die Nesselkapseln der Cölenteraten).

2) Vergl. die Polzellenbildung bei der Eireifung (S. 47—48).

Ein prinzipieller Unterschied zwischen Conjugation und Copulation ist offenbar nicht vorhanden: auch bei der Copulation ist die Vereinigung von Kernsubstanz zweier verschiedener Individuen das Wesentliche.

Die Nahrung der Infusorien besteht vorzugsweise aus einzelligen Pflanzen und Tieren: Bacterien, Diatomeen, Flagellaten, anderen Infusorien etc. Die Nahrung wird in zweierlei Weise aufgenommen: einige ernähren sich in der Weise, daß die Nahrung (z. B. Bacterien) mittels eines Wimperstroms in den Mund hinein getrieben wird: andere sind dagegen mehr aktive „Raubtiere", die mit den Lippen der Mundöffnung (die zuweilen von stäbchenartigen Gebilden gestützt ist) ihre Beute ergreifen. Die Infusorien sind größtenteils sehr lebhafte Geschöpfe, die vermittelst ihres Wimperkleides und durch Kontraktionen des Körpers im Wasser umherschwärmen oder über fremde Gegenstände hingleiten. Nicht wenige sind zeitweilig oder dauernd festsitzend (oft an der Oberfläche anderer Tiere); unter diesen festsitzenden Infusorien bilden mehrere durch unvollständige Teilung (oder Knospung) Stöcke. Die Infusorien finden sich in großer Individuenanzahl und durch zahlreiche Formen vertreten im Süßwasser, wo viele von ihnen sich besonders an verwesenden Pflanzen und Tierleichen ansammeln. In verhältnismäßig geringerer Anzahl leben sie im Meere; eine Abteilung gehäusetragender Infusorien ist pelagisch: die betreffenden Formen (Tintinniden, Fig. 121 *C*) schwimmen auf dem offenen Meere mit Radiolarien und pelagischen Rhizopoden zusammen umher. Einzelne Infusorien leben als Schmarotzer auf der Haut von Fischen und anderen Wassertieren; nicht ganz selten kommen Infusorien im Darmkanal verschiedener Wirbeltiere vor. — In eingekapseltem Zustande werden sie häufig nach dem Austrocknen der Pfützen etc., in denen sie leben, von den Luftströmungen mit anderem „Staub" zusammen fortgeschleppt, und überall, wo eine Möglichkeit für das Gedeihen der Infusorien gegeben ist, treten sie deshalb sehr bald auf (daher der Name Infusions- oder Aufgußtierchen).

1. Von den zahlreichen im Süßwasser lebenden Infusorien nennen wir beispielsweise folgende häufig vorkommende Formen: *Paramaecium* (Fig. 122), Körper oval, ringsum gleichförmig mit Wimpern bedeckt. — *Stylonychia* (Fig. 121 *A*), oval, vorn mit adoraler Wimperspirale, an der flachen Unterseite mit starken stachel- und hakenförmigen Wimperhaaren. — Die *Vorticellen* (Glockentierchen, Fig. 123), gestielte Infusorien, die am Vorderende mit einer Wimperspirale versehen, sonst aber nackt sind; sowohl Mund als After in einer gemeinsamen Rinne am Vorderende; am entgegengesetzten Ende entspringt der oft von einem Muskelfaden durchzogene, häufig sehr lange Stiel, mit dem das Tier an Fremdkörpern festsitzt. Sie können sich zuweilen vom Stiele ablösen und frei umherschwimmen. Manche Vorticellen bilden verästelte Stöcke.

2. Unter den schmarotzenden Infusorien nennen wir das *Balantidium coli*, das im Dickdarm des Schweines konstant, beim Menschen seltener vorkommt; der Körper eiförmig, überall bewimpert, in der Nähe des Mundes eine Reihe etwas stärkerer Wimperhaare. — Andere Infusorien finden sich z. B. im Pansen der Wiederkäuer und im Dickdarm des Pferdes.

Anmerkung: Mesozoa.

Unter dem Namen Mesozoa vereinigt man eine Anzahl einfach gebauter Tiere, deren Stellung im „System" noch zweifelhaft ist. Ihre Ein-

fachheit dürfte auf einer durch Schmarotzerleben hervorgerufenen Reduktion beruhen, also sekundärer Natur sein: es sind reduzierte Metazoen, nicht etwa Zwischenformen zwischen Proto- und Metazoen.

1. Die Dicyemiden sind höchstens ein paar Millimeter lange Tierchen, die in den Nieren von Cephalopoden leben. Sie sind größtenteils wurmförmig und bestehen aus einer riesigen Achsenzelle und einer letztere umgebenden Zellenschicht (Ectoderm). Einige Individuen (Agamonten) pflanzen sich in der Weise fort, daß in der Achsenzelle Keimzellen entstehen, die ohne Befruchtung zu neuen Individuen werden. Dabei findet aber auch eine Entwicklung durch befruchtete Eier statt, indem sich kleine sehr bewegliche Männchen entwickeln, die reichlich bewimpert sind und statt der großen Achsenzelle mehrere Zellen enthalten, von welchen einige sich zu Spermatozoen ausbilden, — und unbewegliche Weibchen, die teils in ihrer Achsenzelle, teils aus den Ectodermzellen Eier bilden, welche befruchtet werden; die Weibchen bleiben im Muttertiere liegen. Aus den befruchteten Eiern entstehen teils Männchen, teils wieder Agamonten.

2. Die Orthonectiden (Gattung *Rhopalura*) erinnern sehr an die Dicyemiden, von denen sie u. a. dadurch abweichen, daß das Ectoderm des Weibchens nicht eine Zelle, sondern einen großen soliden Zellenhaufen (Entoderm) umschließt; die Entodermzellen werden später zu Eiern. Die Orthonectiden leben als Schmarotzer in Schlangensternen, Borstenwürmern und Nemertinen.

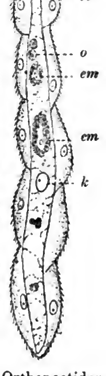


Fig. 125. *Dicyema* (Agamont). *ec* Ectoderm, *em* Embryo, *k* Kern der Achsenzelle, *o* Keimzelle. — Nach Whitman.

Anmerkung. Der platte, scheibenförmige, darmhöhlenlose, sehr einfach gebaute *Trichoplax adhaerens*, der früher ebenfalls den Mesozoen zugezählt wurde, ist nach den neuesten Untersuchungen wahrscheinlich die Larve (Planula) einer Hydromeduse, welche, statt sich zu einem Polypen auszubilden, eine abgeplattete Form angenommen, sonst aber den Bau der Larve bewahrt hat. Trichoplax kann sich durch Teilung vermehren. Mittelmeer.

Zweites Unterreich.

Metazoa.

Die Metazoen sind bereits an früherer Stelle ihrem allgemeinen Verhalten nach genügend charakterisiert worden.

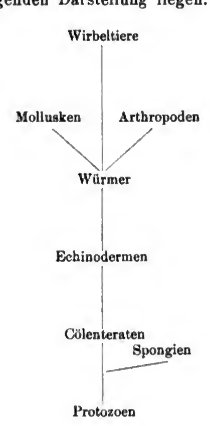
Von den großen Abteilungen, die sie umfassen, zeichnen sich die drei ersten, die Cölenteraten, die Spongien und die Echinodermen, dadurch aus, daß sie einen radiären Bau besitzen. Es hängt dies damit zusammen, daß sie entweder festsitzend sind oder von festsitzenden abstammen. Mit dem Festsitzen hängt ein radiärer

Bau eng zusammen. Bäume (Nadelhölzer usw.), Blumen, viele Blütenstände haben in der Hauptsache einen radiären Bau, was wahrscheinlich mit den Gleichgewichts- und Druckverhältnissen des nach allen Richtungen hin schwingenden Körpers zusammenhängt. Nach demselben Gesichtspunkt ist der radiäre Bau der Cölenteraten etc. zu beurteilen. Bei den nicht mehr festsitzenden Formen kann manchmal eine Tendenz zur Ausbildung eines bilateral-symmetrischen Bauplans sich geltend machen, wie das besonders bei manchen Echinodermen hervortritt; die radiäre Anordnung ist aber stets deutlich nachweisbar.

Die übrigen großen Abteilungen: Würmer, Arthropoden, Mollusken, Wirbeltiere, haben durchweg einen bilateral-symmetrischen Bau; sie sind entweder freilebend, d. h. einer Ortsbewegung fähig, oder, insofern sie festsitzen, ist das Festsitzen etwas Sekundäres. Die Bilateralität hängt augenscheinlich mit der Ortsbewegung zusammen; für Tiere, die eine solche ausführen, ist eben die bilaterale Bauform, wie leicht einzusehen, im allgemeinen der radiären durchaus überlegen; ganz besonders ist dies bei mit Gliedmaßen ausgestatteten Tieren ersichtlich.

Die bilateralen Tiere stammen, wie unten in der Einleitung zu den Würmern näher erörtert wird, wahrscheinlich von Echinodermen, also von radiären Tieren ab. Der ursprüngliche radiäre Bauplan hat sich aber gänzlich verwischt, und auch wenn innerhalb der Würmer etc. festsitzende Formen auftreten, kehrt doch der radiäre Bau nicht wieder; es kann aber bei festsitzenden Formen namentlich in der Anordnung von Tentakeln am Kopfende eine neue, sehr schwach ausgesprochene Radiarität auftreten. Aber derartig strahlig gebaut wie Cölenteraten und Echinodermen sind sie nie.

Das nachstehende Schema soll den mutmaßlichen Zusammenhang der verschiedenen Metazoen-Gruppen andeuten. Die Begründung wird in der ganzen nachfolgenden Darstellung liegen.



1. Kreis. **Coelenterata.**

Die Cölenteraten zeichnen sich in erster Linie durch die große Einfachheit ihres Baues sowie durch die geringe Sonderung des Körpers in verschiedene Organe aus.

Sie treten in verschiedenen Haupttypen auf. Im einfachsten Fall ist der Körper ein kürzerer oder längerer, an dem einen Ende offener, am anderen Ende geschlossener Schlauch, dessen Wand aus zwei Epithelschichten und einer dazwischen gelegenen zellenlosen Schicht besteht (Fig. 126 *A*). Die äußere Epithelschicht entspricht dem Ectoderm der Gastrula und wird auch mit diesem Namen bezeichnet;

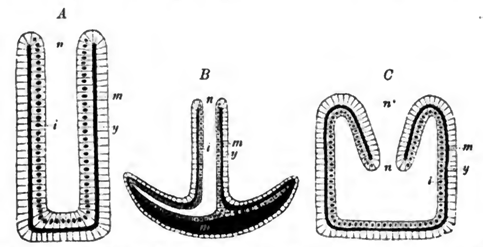


Fig. 126. Schematische Figuren der Haupttypen der Cölenteraten. *A* **die einfachste Form,** *B* **die Medusenform,** *C* **der Typus der Korallentiere.** *i* **Entoderm,** *m* **Mesogloea,** *y* **Ectoderm,** *n* **Mundöffnung.** *n'* **die äußere Oeffnung des Schlundrohres der Korallentiere. — Orig.**

die innere Epithelschicht ist das Entoderm, die mittlere Schicht ist eine strukturlose Gallerte, die *Mesogloea*. An der Mündung des Schlauches, der Mundöffnung, gehen Ento- und Ectoderm ineinander über. Wie man sieht, schließen sich Cölenteraten des beschriebenen Baues im allgemeinen Bauplan eng an die Gastrula an, die ebenfalls aus zwei Zellenlagen besteht, zwischen denen auch (in der Furchungshöhle) eine gallertige Masse (z. B. bei den Echinodermen) vorhanden sein kann.

An diese einfachste Form schließen sich nun andere Typen von etwas komplizierterer Gestaltung an, die von jener abgeleitet werden können. Vielfach hat sich (Fig. 126 *B*) das geschlossene Ende des Schlauches zu einer gewölbten Scheibe (Glocke) ausgebreitet, so daß das Tier einem altmodischen Handleuchter ähnlich wird. Der scheibenförmige Teil besteht aus denselben Schichten wie der übrige Körper; die Mesogloea ist jedoch an der konvexen Seite besonders stark entwickelt, und die beiden Blätter des Entoderms, welche die obere, resp. die untere Wand der Höhlung dieses Teiles auskleiden sollten, sind größtenteils miteinander verschmolzen, so daß wir anstatt eines platten,

einfachen Hohlraumes ein System von Kanälen in ihm finden; in den Zwischenräumen zwischen den Kanälen ist das Entoderm zu einem dünnen Häutchen zusammengeschrumpft. Während Cölenteraten des ersten, einfachsten Typus gewöhnlich festsitzend sind, sind diejenigen, die den soeben erwähnten Typus, die Medusenform, besitzen, gewöhnlich schwimmend; die Scheibe ist während des Schwimmens nach oben, die Oeffnung des Schlauches nach unten gerichtet.

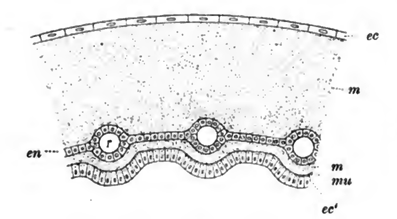


Fig. 127. Stück eines Querschnittes durch die Glocke einer Meduse, parallel dem Glockenrande, Schema. *ec* Ectoderm auf der Außenseite der Glocke. *ec'* Ectoderm auf der Innenseite. *en* Entoderm, zu einer dünnen Platte rückgebildet. *m* Mesogloea. *mu* kontraktile Fäserchen in *ec'*. *r* Radiärkanal.

Einen dritten Typus finden wir bei den Korallentieren (Fig. 126 *C*). Bei diesen ist der Schlauch mit einer sehr weiten Höhlung versehen, in die sein oberster Teil eingestülpt ist, so daß die ursprüngliche Mundöffnung sich am unteren Ende des eingestülpten Schlauchteiles, des sogenannten Schlundrohres, befindet.

Die Cölenteraten sind gewöhnlich mit weichen Körperanhängen: Fangarmen, Tentakeln, versehen, die Auswüchse oder Ausstülpungen der Leibeswand und aus denselben Schichten zusammengesetzt sind wie letztere; sie sind gewöhnlich in der Nähe der Mundöffnung, bei den Medusen am Rande der Scheibe angebracht.

Im ganzen Körperbau, z. B. in der Weise, wie die soeben genannten Anhänge angeordnet sind, und in der Weise, wie die Kanäle sich in der Scheibe der Medusen verteilen, macht sich ein mehr oder weniger scharf ausgeprägter strahliger (radiärer) Bauplan geltend, und zwar so, daß die Hauptachse, um welche die Strahlen sich ordnen, mit der Mittelachse des Schlauches zusammenfällt. Die Anzahl der Strahlen ist bei den verschiedenen Gruppen der Cölenteraten eine verschiedene; meistens kann der Körper in 4 oder 2×4 Strahlen geteilt werden, bei anderen in 6 oder ein Multiplum von 6.

Das Ectoderm, das die äußere Bekleidung des Körpers bildet (entspricht zunächst der Epidermis anderer Metazoen), ist ein eigentümliches einschichtiges Epithel, dessen Zellen eine sehr verschiedenartige Entwicklung erreicht haben. Einige von ihnen sind einfache Epithelzellen, zuweilen Cylinderzellen, bisweilen mit einem oder mehreren Wimperhaaren versehen, in anderen Fällen platte Zellen. Andere sind diesen ähnlich und sitzen zwischen ihnen, sind aber dadurch ausgezeichnet, daß ihr inneres Ende sich zu einem kontraktilen Fäserchen umgewandelt hat, so daß die Zelle gleichzeitig als Epithelzelle und als Muskelzelle fungiert; derartige Zellen werden als Epithelmuskelzellen bzeichnet. Aehnliche Zellen können aber auch aus der engeren Verbindung mit den übrigen Epithelzellen

heraustreten und nach innen von diesen als einfache Muskelzellen Platz finden; bei solchen liegt dann das nicht zu kontraktiler Substanz umgebildete Protoplasma mit dem Kern (wie bei manchen Muskelzellen anderer Tiere) auf der einen (äußeren) Seite des kontraktilen Fäserchens. Zwischen den eigentlichen Epidermiszellen oder zwischen den Epithelmuskelzellen können ferner Sinneszellen vorkommen, feine, dünne Zellen, die an ihrem äußeren (freien) Ende je ein feines Stiftchen tragen, während das innere Ende sich in einen oder mehrere feinste Fäden fortsetzt. Zwischen den inneren Enden der übrigen Zellen oder ganz unterhalb dieser liegen gewisse Zellen,

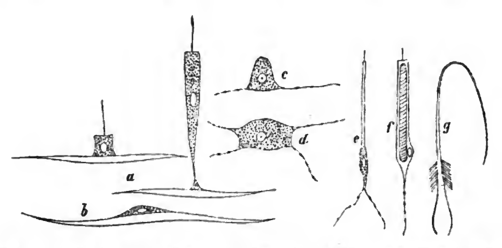


Fig. 128. Zellen eines Cölenteraten (Actinie). *a* Epithelmuskelzellen, *b* Muskelzelle, *c*—*d* Nervenzellen, *e* Sinneszelle, *f* Nesselzelle, *g* Nesselkapsel mit hervorgeschnelltem Faden, welcher an der Basis feine Härchen trägt. — Zum Teil nach Hertwig, zum Teil Orig.

die nach ihrem ganzen Aussehen als Nervenzellen aufgefaßt werden müssen; von jeder solchen gehen nach verschiedenen Richtungen mehrere ähnliche feine Fäden aus wie von den Sinneszellen, mit deren Ausläufern sie verflochten sind. Im Ectoderm findet sich ferner meistens eine Anzahl von Nesselzellen, deren jede an ihrem äußeren Ende ein feines Stiftchen trägt und in ihrem Innern eine sogenannte Nesselkapsel beherbergt, ein blasenförmiges Körperchen, das am einen Ende in einen hohlen Faden ausläuft, der in die Blase eingestülpt, spiralig aufgerollt liegt und unter gewissen Umständen, namentlich wenn das Tier berührt wird, umgestülpt und aus der Kapsel und zugleich aus der Zelle mit großer Kraft hervorgeschleudert wird; an dem Faden haftet eine ätzende Flüssigkeit[1]), die an der Haut des Menschen eine brennende Empfindung hervorrufen kann (bei einigen Formen ist die Wirkung kräftiger als bei anderen), während sie kleinere Tiere lähmen oder gar zum Absterben bringen kann. Endlich können im Ectoderm Zellen vorhanden sein, die Becherzellen ähnlich sind und den diese Tiere öfters bedeckenden Schleim absondern (Drüsenzellen). — Uebrigens muß hervorgehoben werden, daß die beschriebenen, das Ectoderm zusammensetzenden Zellen nicht gleichmäßig über den ganzen Körper verteilt, sondern im Gegenteil an den verschiedenen Stellen sehr ungleich vertreten sind: einige Teile sind reicher an Muskelzellen, Nervenzellen etc. als andere. — Es mag hier

1) Oder vielmehr eine Gallerte, die in Wasser quillt und ätzende Eigenschaften besitzt.

noch erwähnt werden, daß bei einigen Cölenteraten an einem Teile des Körpers das Ectoderm eine Cuticula ausscheidet; ferner können gewisse Teile des Ectoderms zu Augen oder Gehörwerkzeugen von einfacher Form umgebildet sein.

Das Entoderm schließt sich in seinem Bau eng an das Ectoderm an, indem in ihm außer einfachen Epithelzellen auch Epithelmuskelzellen, Muskelzellen, Sinneszellen, Nervenzellen, Nesselzellen und Drüsenzellen vorhanden sein können. In Einzelheiten, z. B. in der Form der Zellen, können übrigens nicht ganz geringe Unterschiede zwischen den beiden Schichten bestehen[1]).

Die Mesogloea ist bei einigen Cölenteraten eine dünne, strukturlose Schicht ohne Zellen. Bei anderen ist sie mächtiger entwickelt, und es wandern dann bei gewissen Formen in sie von dem Ecto- und Entoderm Zellen, Mesenchymzellen, hinein, so daß die Lage ein bindegewebsartiges Gepräge annimmt. (Seltener, bei den Rippenquallen, entwickelt sich ein Teil der eingewanderten Zellen zu Muskel- und Nervenzellen.)

Eier und Spermatozoen entwickeln sich bei einigen Cölenteraten im Ectoderm, bei anderen im Entoderm, durch Umbildung der dortigen Zellen. Im allgemeinen werden sie an bestimmten Stellen des Körpers gebildet, die dann nach Analogie mit anderen Tieren als Eierstöcke und Hoden bezeichnet werden, bei einigen aber mehr zerstreut an verschiedenen Körperstellen.

Aus der obigen Schilderung geht hervor, daß sich eine außerordentliche Einfachheit im Baue der Cölenteraten geltend macht. Der Hauptsache nach besteht das Tier zeitlebens aus den zwei Blättern der Gastrula, welche sich lediglich insofern weiter entwickeln, als die sie zusammensetzenden Zellen eine verschiedenartige Ausbildung erleiden. Von den meisten bei anderen Metazoen vorhandenen Organen kann man kaum sprechen, sie sind jedenfalls sehr wenig voneinander gesondert; sogar ein Zentralnervensystem, das sonst bei anderen, selbst sehr einfachen Metazoen meistens wohl ausgebildet ist, kann man hier kaum unterscheiden; höchstens sind die Nervenzellen an einigen Stellen dichter gehäuft als an anderen. — Besondere Excretionsorgane, Gefäßsystem, Atmungsorgane sowie eine Leibeshöhle sind noch nicht ausgebildet.

Die Fortpflanzung bietet dagegen bei den Cölenteraten oft ziemlich komplizierte Verhältnisse dar. Ganz allgemein durchlaufen sie eine Metamorphose, indem das Tier als ein durch Wimperbewegung frei umherschwimmendes, sehr einfaches, tentakelloses Geschöpf das Ei verläßt, um sich später mehr oder weniger umzugestalten, meistens nachdem es sich festgesetzt hat. Ferner spielt ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Teilung oder Knospung eine bedeutende Rolle; häufig werden dabei Stöcke gebildet; bei manchen findet man einen regelmäßigen Generationswechsel.

Die Cölenteraten sind fast sämtlich Meerestiere; nur ganz wenige leben im Süßwasser. Vermittelst ihrer Nesselzellen bewältigen

---

1) Im Entoderm findet man bei verschiedenen Cölenteraten (Actinien, Medusen, Hydroiden) öfters in großer Anzahl rundliche, grün- oder gelbgefärbte Zellen, von je einer deutlichen, aus Cellulose bestehenden Zellhaut umgeben. Diese Zellen wurden früher als Teile des Tieres aufgefaßt, sind aber in Wirklichkeit einzellige Pflanzen („Algen"), die in den betreffenden Cölenteraten Aufenthalt genommen haben (vergl. S. 136 u. 149).

sie öfters sogar verhältnismäßig große und kräftige Tiere und nehmen diese in ihren Darmschlauch auf, wo die verdaulichen Teile von den Zellen des Entoderms aufgenommen werden, während die unverdauten wieder durch die Mundöffnung ausgestoßen werden.

1. Klasse. Hydrozoaria.

Für diese Klasse ist es in erster Linie charakteristisch, daß durchgehends ein Generationswechsel stattfindet und daß die geschlechtliche und die ungeschlechtliche Generation sehr verschieden sind.

Die ungeschlechtliche Generation, die Polypenform, besitzt die einfachste Gestalt, die wir überhaupt bei den Cölenteraten finden, indem sie als ein einfaches, kürzeres oder längeres Rohr erscheint, das an dem einen Ende mit einer Mundöffnung ausgestattet und aus den gewöhnlichen drei Schichten zusammengesetzt ist (vergl. Fig. 126 *A*); am oberen Ende des Tieres befinden sich Fangarme oder Tentakel in verschiedener Anzahl, die manchmal in einem Kreis in einigem Abstand von dem dessen Zentrum einnehmenden Mund angeordnet sind. Die Polypen sind in der Regel mit ihrem unteren Ende fremden Gegenständen (gewöhnlich unbeweglich) angeheftet; sie bilden meistens durch Knospung Stöcke.

Die geschlechtliche Generation, die Medusenform, ist dadurch ausgezeichnet, daß derjenige Teil des Körpers, der dem unteren Ende der Polypenform entspricht, zu einer kreisrunden gewölbten Scheibe, der Glocke, erweitert ist (vergl. Fig. 126 *B*), in der die Mesogloea besonders an der konvexen Seite sehr stark entwickelt ist; in die Scheibe hinein erstrecken sich radiäre Fortsätze des Darmrohres, die Radiärkanäle, deren Enden meistens durch einen dicht am Rande der Scheibe verlaufenden Ringkanal verbunden sind. Die Medusenform ist (über Ausnahmen vergl. die Hydromedusen und Siphonophoren) typisch freischwimmend, mit der Glocke nach oben gekehrt; von der Mitte der Glocke hängt der röhrenförmige, dem oberen Ende der Polypen entsprechende Teil des Tieres nach Art eines längeren oder kürzeren Klöpfels herab, der unten den Mund trägt. Vom Rande der Glocke entspringen kontraktile, oft sehr lange Randfäden, die reichlich mit Nesselzellen versehen sind; längs des Randes findet man auch Gehör- und Sehwerkzeuge von einfacher Form, und unterhalb der Epidermislage liegen (jedenfalls bei den Hydromedusen) am ganzen Rande entlang zahlreiche Nervenzellen, die mit den von ihnen ausgehenden Nervenfasern zusammen an dieser Stelle einen Nervenring bilden. An der konkaven Unterseite der Glocke findet sich eine Schicht oft quergestreifter kontraktiler Fäserchen, die, vorzugsweise kreisförmig geordnet, durch ihre Zusammenziehungen die Unterseite der Glocke stärker konkav machen und dadurch das Tier fortbewegen. In der Regel sind die Medusen getrennten Geschlechts.

Aus dem befruchteten Ei entwickelt sich eine bewimperte Larve, die sich festsetzt und Tentakel bildet; durch Knospung kann der so entstandene Polyp einen Stock erzeugen, selten bleibt er Einzeltier. Als Knospen der Polypen oder durch Querteilung derselben entsteht wieder die Medusenform. Seltener entwickelt sich das Ei der Meduse direkt zu einer neuen Meduse, in welchem Fall somit die Polypenform (und damit auch ein Generationswechsel) fehlt.

Im Bau der Medusen ist gewöhnlich ein streng radiärer Grundplan ausgeprägt; die Zahl ist in der Regel 4 oder $n \times 4$, seltener 6.

1. Ordnung. **Hydrozoa (Hydromedusae).**

Die Polypengeneration, die sogenannten Hydroiden oder Hydroidpolypen, bildet gewöhnlich Stöcke; seltener sind die Polypen Einzeltiere. Der röhrenförmige, oft ungemein langgestreckte Körper des Polypen ist fast immer von einer Cuticula (Periderm) umgeben, die eine hornartige, in der Regel dünne, seltener dickere und verkalkte Hülle bildet; diese umgibt nicht den ganzen Körper, sondern ein größerer oder kleinerer Abschnitt des oberen Teiles bleibt von der Cuticularröhre unbedeckt. Unterhalb der Mundöffnung befinden sich die Tentakel, entweder in einem oder in mehreren Kreisen angeordnet oder mehr unregelmäßig am oberen Ende des Tieres verteilt (Fig. 129). Die Tentakel sind gewöhnlich nicht (wie

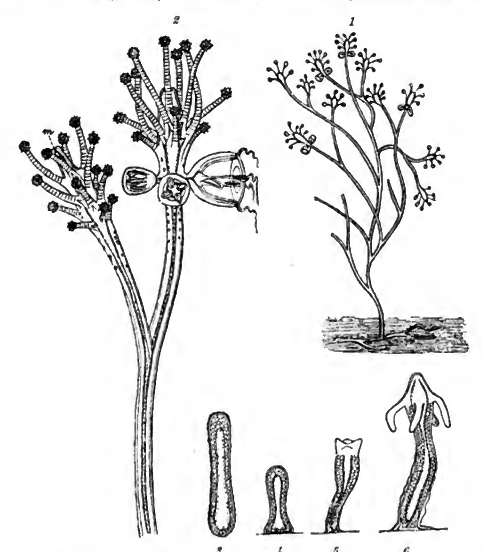


Fig. 129. *1* Hydroidenstock (*Syncoryne fructicosa*) in nat. Größe. *2* zwei Polypen derselben, die eine mit Medusenknospen, von denen eine im Begriff ist sich abzulösen (*m* Mundöffnung). *3* Larve eines anderen Hydroiden (*Cordylophora lacustris*), *4—6* dieselbe, nachdem sie sich festgeheftet hat. — Nach Allman.

die der Korallentiere) hohl, sondern besitzen eine aus einer einzigen Reihe großer Zellen bestehende solide Achse, die dem Entoderm ent-

stammt; außerhalb derselben findet man eine Fortsetzung der Mesogloea und zu äußerst das Ectoderm mit zahlreichen, oft an den Enden angehäuften Nesselzellen, welche die von den Tentakeln ergriffene Beute lähmen. Die von den Polypen gebildeten Stöcke (Fig. 129, 1), die zierliche Bäumchen bilden können, sind meistens von bescheidenem Umfang. Das untere Ende der Stöcke ist mit hohlen, wurzelähnlichen, von der Cuticula umgebenen Ausstülpungen der Körperwand versehen; durch diese Ausläufer, die sich zuweilen miteinander netzförmig verbinden, werden die Stöcke der Unterlage inniger angeheftet. Häufig entspringen von einem solchen Netz mehrere Stämmchen; oder der ganze Stock besteht lediglich aus dem Netz, von welchem isolierte Einzelpersonen entspringen. Wegen der Schwäche des Skelets (der Cuticula) legen sich die Stöcke öfters anderen im Wasser befindlichen Gegenständen an, winden sich um andere Tierstöcke etc.[1]).

Sehr häufig sind die Polypen desselben Stockes nicht alle gleichgebildet; namentlich findet man öfters, daß diejenigen Personen, welche die Medusenknospen tragen, von den übrigen mehr oder weniger abweichen, mit kleineren Tentakeln ausgestattet oder ganz tentakellos sind oder daß ihnen sogar die Mundöffnuug abgeht (in welchem Fall die Cuticula den ganzen Polypen bekleiden kann), so daß sie von den übrigen Polypen, die nicht Medusenknospen produzieren (Nährpolypen), ernährt werden.

Bei gewissen Hydroiden können noch andere Formen von Individuen vorkommen, z. B. mundlose Personen mit ganz kurzen Tentakeln und ganz tentakellose Individuen, so daß in demselben Stock vier verschiedene Polypenformen entwickelt sind (nämlich, außer diesen beiden Formen, die Nährpolypen und diejenigen, die Medusenknospen tragen). Die genannten eigentümlichen Individuen scheinen als Fühler oder Verteidigungsapparate zu fungieren[2]).

Die Medusengeneration, die durch Knospung von der Polypengeneration gebildet wird, erreicht bei dieser Ordnung meistens nur eine geringe Größe. In der Oeffnung der Glocke, vom Rande derselben entspringend, sitzt ein irisartiger muskulöser Saum, das Velum (hiernach der Name Saumquallen, Craspedota[3])). Das Velum spielt bei der Bewegung eine wichtige Rolle. Im erschlafften Zustand hängt es vom Glockenrande herab, wenn es sich aber kontrahiert, stellt es sich quer in der Glockenmündung, wodurch ein beträchtliches Wasserquantum aus der Oeffnung ausgestoßen und die Meduse in entgegengesetzter Richtung getrieben wird. Der Rand der Glocke, der ganz ohne Einschnitte ist, trägt die Sinnesorgane, bald Gehörwerk-

---

1) Stöcke größeren Umfanges bildet die tropische Gattung *Millepora*, deren Cuticula verkalkt ist; indem immer neue Ausläufer oberhalb der alten, deren Weichteile allmählich absterben, entstehen, bilden diese Tiere korallenähnliche Stöcke, zuweilen von bedeutendem Umfange, deren äußerste Schicht aus lebendigen Ausläufern zusammengesetzt ist, von denen die Polypen entspringen, während die inneren Teile der „Koralle" aus den verkalkten Wänden abgestorbener Ausläufer bestehen.

2) Bei einer kleineren Anzahl von Hydroiden findet sich eine eigentümliche Sorte dünner mund- und tentakelloser Personen, die Nematophoren, welche die Eigenschaft besitzen, sich außerordentlich strecken und von den Zellen des Ectoderms Pseudopodien aussenden zu können. Sie haben besonders die Bedeutung, daß sie sich der Cuticula des Stockes anlegen, sich zu einer Platte verbreitern und die Oberfläche von fremden Teilen reinigen. Weiter strecken sie sich zu anderen Personen des Stockes hin, wenn letztere degenerieren, und saugen sie auf.

3) κράσπεδον Saum.

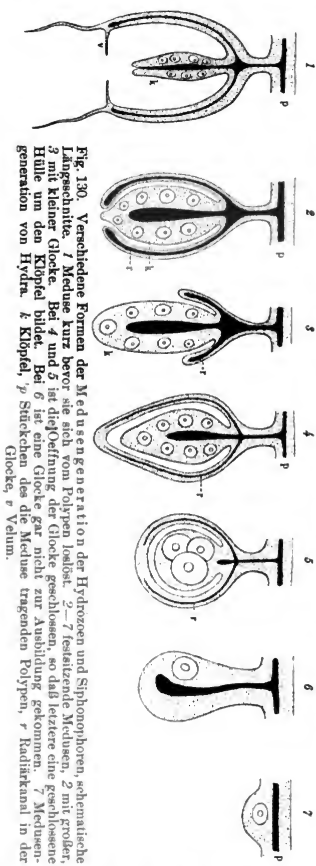


Fig. 130. Verschiedene Formen der **Medusengeneration** der Hydrozoen und Siphonophoren, schematische Längsschnitte. *1* Meduse kurz bevor sie sich vom Polypen loslöst. *2*—*7* festsitzende Medusen, *2* mit großer, *3* mit kleiner Glocke. Bei *4* und *5* ist die Oeffnung der Glocke geschlossen, so daß letztere eine geschlossene Hülle um den Klöpfel bildet. Bei *6* ist eine Glocke gar nicht zur Ausbildung gekommen. *7* Medusengeneration von Hydra. *k* Klöpfel, *p* Stückchen des die Meduse tragenden Polypen, *r* Radiärkanal in der Glocke, *v* Velum.

zeuge, bald Augen (selten bei demselben Individuum beides), die unbedeckt sitzen. In der Glocke findet sich eine meistens geringe Anzahl einfacher, radiärer Kanäle (4, 8 usw.), die durch einen am Rand entlang verlaufenden Ringkanal verbunden sind. **Eier** und **Samenkörperchen** entwickeln sich an diesen Kanälen oder an der Außenwand des Klöpfels; sie entstammen bei einigen Formen dem Ectoderm, bei anderen dem Entoderm; bei einzelnen Arten werden die Eier im Entoderm, die Samenkörperchen im Ectoderm — oder umgekehrt — gebildet.

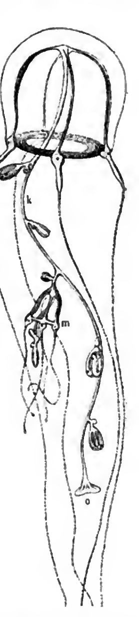
Keineswegs immer jedoch entwickelt sich die geschlechtliche Generation so weit. Bei sehr vielen Hydrozoen lösen sich die Medusenknospen nicht von den Hydroiden ab, sondern bleiben mit diesen verbunden. Solche **festsitzende Medusen** sind immer im Vergleich mit den freilebenden mehr oder weniger **rückgebildet**: der Klöpfel ist groß, und in dessen Wandung entwickeln sich die Geschlechtsstoffe, aber eine Mundöffnung fehlt, und das Tier wird von den Polypen aus ernährt; die Glocke, der meist Randfäden, manchmal auch ein Velum abgehen, erscheint als eine Hülle des Klöpfels (Fig. 130, 2), der bisweilen teilweise aus der kleinen Glocke hervorragt (3); in anderen Fällen ist die Glocke eine geschlossene Kapsel um den Klöpfel (4—5), indem die Oeffnung des Velums fehlt („Sporosacs"). In extremen Fällen (6) kommt es gar nicht zur Bildung einer Glocke, und das Geschlechtstier ist somit nur durch den Klöpfel vertreten, dessen Darmrohr auch fehlen kann, so daß im extremsten Fall (Hydra) das Geschlechtstier nur noch als eine bloße niedrige, die Geschlechtsstoffe

enthaltende Erhöhung des Hydroidenkörpers erscheint (7)[1]). — Aus den Eiern der Medusenform entwickeln sich neue Polypen, resp. Polypenstöcke.

In den meisten Fällen ist die Entwicklung innerhalb der Abteilung der Hydrozoen die oben beschriebene mit einem regelmäßigen Generationswechsel. Es gibt aber nicht ganz wenige Ausnahmen. Bei verschiedenen Hydrozoen entwickeln z. B. die Eier sich nicht zu Polypen, sondern direkt zu neuen Medusen: eine Polypengeneration fehlt bei ihnen völlig. Von anderweitigen Abweichungen hinsichtlich der Fortpflanzung ist hervorzuheben, daß die Medusengeneration einiger Hydrozoen sich ungeschlechtlich fortpflanzen kann, indem z. B. durch Knospung von dem Klöpfel (Fig. 131) oder vom Scheibenrande andere, gleichgebildete Medusen erzeugt werden; dieselben Arten besitzen übrigens eine Polypengeneration, und die knospenbildenden Medusen pflanzen sich auch geschlechtlich fort.

Die allermeisten Hydrozoen gehören dem Meere an, und zahlreiche Vertreter finden sich auch in den nördlichen Meeren. Nicht wenige, sowohl von der Polypen- wie der Medusengeneration, sind mit Leuchtvermögen ausgestattet. Nur ganz einzelne Formen, unter denen die Gattung *Hydra* die bekannteste ist, leben im Süßwasser.

Die Süßwasserpolypen (*Hydra*, Fig. 54, S. 59) sind kleine langgestreckte Einzelpolypen ohne Chitinhülle; um den Mund steht ein Kreis langer Tentakel (4—10); bei Berührung ziehen sich letztere sowie der ganze Körper stark zusammen. Die Tiere sitzen öfters längere Zeit an einer Stelle, z. B. an der Unterseite von Wasserlinsen, mit dem unteren



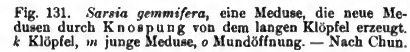


Fig. 131. *Sarsia gemmifera*, eine Meduse, die neue Medusen durch Knospung von dem langen Klöpfel erzeugt. *k* Klöpfel, *m* junge Meduse, *o* Mundöffnung. — Nach Chun.

Ende festgeheftet, besitzen aber die Fähigkeit, egelartig fortzukriechen. Die Hydra hat das Vermögen, ihr selbst ähnliche Knospen zu erzeugen, bildet aber keine Stöcke, indem die neugebildeten Individuen sich früher oder später vom Muttertiere ablösen. Die Medusengeneration ist durch warzenförmige Auswüchse der Körperwand, in denen sich Eier und Samenkörperchen entwickeln, repräsentiert. Berühmt ist die große Regenerationsfähigkeit der Süßwasserpolypen: wenn man ein Individuum in mehrere Stücke zerschneidet, wird jedes zu einem vollständigen Individuum.

2. Ordnung. **Siphonophora.**

Die Siphonophoren sind mit den Hydrozoen nahe verwandt und weichen von diesen in erster Linie darin ab, daß die von ihnen gebildeten

1) Meistens faßt man Hydra als einen mit Geschlechtsorganen ausgestatteten Polypen auf, dem ein Generationswechsel fehlt.

Stöcke nicht fremden Gegenständen angeheftet sind, sondern frei im Meere umhertreiben („Schwimmpolypen"). Die Siphonophorenstöcke entsprechen den Hydroidenstöcken und bestehen ebenso wie diese zunächst aus Polypen, die in verschiedener Weise ausgebildet sind. Ferner tragen die Stöcke Medusen oder Medusenknospen, die sich ebenfalls in verschiedenartiger Weise entwickeln können. Diese verschiedenen Personen werden von einem gemeinsamen Stamm getragen, der meistens entweder eine längere Röhre oder eine abgeplattete Scheibe ist. Der Stamm ist als ein sehr stark verlängerter, resp. sehr verbreiterter Polyp aufzufassen.

Die Polypengeneration tritt in folgenden Hauptformen auf: 1. Nährpolypen, schlauchförmige Tiere mit Mundöffnung und mit nur einem einzigen, nahe an der Basis des Polypen entspringenden Tentakel[1]), der aber dafür eine sehr bedeutende Länge erreicht und mit Seitenästen und zahlreichen gehäuften Nesselzellen („Nesselbatterien") versehen ist (Fangfaden); der Tentakel kann fehlen. Die Nährpolypen desselben Stockes können zuweilen von sehr verschiedener Größe sein. 2. Taster, den Nährpolypen ähnlich, mit Fangfäden, aber ohne Mundöffnung. 3. Tentakelförmige Personen, die selbständig vom Stamme entspringen (nicht mit den Fangfäden zu verwechseln); sie sind mundlos und mit Nesselzellen versehen. 4. Polypen, die Medusenknospen tragen; es fehlt ihnen der Fangfaden, gewöhnlich auch eine Mundöffnung.

Die Medusengeneration entspringt entweder von Polypen, oder sie sitzt dem Stamm selbst auf; sie erscheint in folgenden verschiedenen Formen: 1. Fruchtbare Medusen oder Medusenknospen mit den Geschlechtsstoffen, der Medusengeneration der Hydrozoen völlig entsprechend; wenn diese Medusen, was übrigens nur bei wenigen Siphonophoren geschieht, sich von der Kolonie ablösen, so haben sie ein ähnliches Aussehen wie die freien Medusen der Hydrozoen (sie sind mit Velum etc. ausgestattet); in der Regel sind sie aber zeitlebens festsitzend und bieten dann dieselben Erscheinungen dar wie die festsitzenden Medusen der letzteren. 2. Schwimmglocken, festsitzende sterile Medusen, ohne Klöpfel und Mundöffnung, aber mit wohlentwickelter Glocke und Velum, durch deren Kontraktion der Stock fortbewegt wird. 3. Deckschuppen, ähnlich wie Nr. 2, aber die Glocke zu einer steifen Platte reduziert (die Schuppe ist etwa eine halbe Glocke); sie dienen als Decke für gewisse der anderen Personen. 4. Auch der Luftsack, der sich bei sehr vielen Siphonophoren am oberen Ende des Stammes befindet und den Stock im Wasser schwebend erhält, ist als eine umgebildete Medusenglocke aufzufassen, in deren Wandung auch Radiärkanäle und ein Ringkanal vorhanden sein können. Die Luft, die er enthält, wird von dem Epithel der Innenseite des Sackes abgesondert. Der Luftsack hat meistens eine bescheidene Größe, bei einigen wird er aber sehr groß (*Physalia*). Bei den mit scheibenförmigem Stamm versehenen Formen ist der Luftsack weiter zu einem mehrkammerigen Behälter umgebildet (Fig. 134).

Aus diesen verschiedenen Individuen setzen sich die Stöcke der Siphonophoren zusammen. Sie sind nicht immer sämtlich vorhanden, die Schwimmglocken z. B. können fehlen, in welchem Fall die Stöcke passiv forttreiben; ebenso können die Deckschuppen fehlen. Die An-

1) Auch bei gewissen Hydroiden besitzen die Polypen nur je einen Tentakel.

zahl und Anordnung der Individuen und damit das äußere Gepräge der Stöcke sind äußerst verschieden.

Die Siphonophoren sind echt pelagische Tierformen, die fast nur in den tropischen und wärmeren Meeren (z. B. zahlreich im Mittelmeeer) vorkommen.

Fig. 132.

Fig. 133.

Fig. 134.

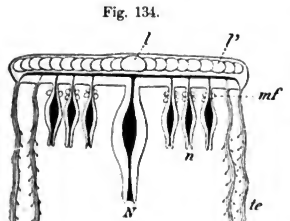


Fig. 132—134. Schemata verschiedener Siphonophoren, Darmkanal schwarz gehalten.

Fig. 132. Sehr einfache Form ohne Luftsack.

Fig. 133. Siphonophore mit verlängertem Stamm, mehreren Schwimmglocken etc. (*Physophora*).

Fig. 134. Siphonophore mit scheibenförmigem Stamm (*Porpita*).

Gemeinsame Bezeichnungen: *d* Deckschuppe, *f* Fangfaden, *l* Luftsack, *l'* Luftkammer, *mf* fruchtbare Meduse, *N* großer Nährpolyp, *n* kleiner Nährpolyp, *o* Oelkugel, *s* Schwimmglocke, *ta* Taster, *te* tentakelförmige Person.

Beispielsweise nennen wir: *Physophora* und Verwandte (Fig. 133), mit längerem, oben einen kleinen Luftsack einschließendem Stamm, zahlreichen Schwimmglocken am oberen Teil des Stammes; *Physalia*, mit ungeheuer großem Luftsack, der unten die Nährpolypen und Taster (mit

langen Fangfäden) trägt, ohne Deckstücke und Schwimmglocken (die Nesselkapseln von *Physalia* erzeugen einen ungemein heftigen Schmerz); *Porpita* (Fig. 134), mit scheibenförmigem, kreisrundem, zahlreiche Lufträume einschließendem Stamm, der unten die verschiedenen Personen trägt (einen großen Nährpolypen in der Mitte, umgeben von kleineren, tentakelförmigen Personen am Rande, keine Schwimmglocken und Deckstücke); *Velella,* der vorigen ähnlich, aber Scheibe elliptisch mit aufrechtem Kamm. Alle im Mittelmeer vertreten.

3. Ordnung. **Acalepha (Scheibenquallen).**

Die Medusengeneration ist im allgemeinen durch wasserhelle Tiere von ansehnlicher Größe vertreten. Der Mundrand ist in vier kräftige Mundarme verlängert, mit denen sie ihre Beute ergreifen; ähnliche, aber in der Regel weniger entwickelte Fortsätze können übrigens auch bei den Hydromedusen vorhanden sein. Der Darmschlauch

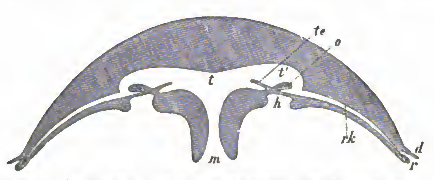


Fig. 135. Schnitt durch eine Acalephe, zwischen zwei Mundarmen. *d* Lappen, welcher einen Randkörper überdeckt, *h* Aushöhlung unterhalb eines Geschlechtsorgans, *m* Mund, *o* Eierstock, *r* Randkörper, *rk* Radiärkanal, *t* Magenhöhle, *t'* Magentasche, *te* Gastralfilament.

des Klöpfels erweitert sich in der Mitte der Glocke zu einer Höhle, der Magenhöhle, die mit einer Anzahl weiter radiärer Ausstülpungen (Magentaschen) ausgestattet sein kann und von der die oft verästelten rädiären Kanäle entspringen. In der Magenhöhle finden sich eine Anzahl tentakelartiger Fäden (Gastralfilamente), die bei den Hydromedusen fehlen, und die Geschlechtsorgane, Eierstöcke und Hoden, gewöhnlich in Form von vier gefalteten Bändern; unterhalb jedes derselben findet sich auf der Unterseite der Glocke eine Aushöhlung (*h*, Fig. 135), die nach oben von der Magenhöhle durch eine dünne Wand geschieden ist; letztere wird, wenn die Geschlechtsorgane stark entwickelt sind, ausgebauscht, so daß diese dann scheinbar von der Unterseite der Glocke herabhängen. Eier und Samenkörperchen, die sich im allgemeinen in verschiedenen Individuen entwickeln, fallen in die Magenhöhle und werden durch den Mund nach außen geführt; die Zellen, die zu Eiern und Samen werden, gehören dem Entoderm der Meduse an. Die Glocke, die eine große zellenhaltige Gallertmasse enthält und deshalb eine bedeutende Dicke erreicht, ist am Rande mit acht Einschnitten versehen; in jedem Einschnitt sitzt, von Falten des Schirmrandes überdeckt, ein kleiner abgerundeter Randkörper, der ein Gehörorgan, öfters auch ein Auge (oder mehrere) und ein grubenförmiges als Geruchsorgan gedeutetes Sinnesorgan trägt. Längs des Glockenrandes findet sich ferner eine verschiedene,

oft bedeutende Anzahl von Randfäden, die häufig eine ansehnliche Länge erreichen; dagegen fehlt ein Velum (daher *Acraspeda* genannt). Die Eier durchlaufen bei der Ohrenqualle (*Aurelia*) ihre erste Entwicklung bis zum Larvenzustand in den tiefen Rinnen der Mundarme der Mutter, von denen sich sackförmige, die Eier enthaltende Ausstülpungen bilden; bei anderen Formen in ähnlichen Ausstülpungen der Radiärkanäle etc.

Die Polypengeneration (Fig. 136). Die bewimperte, aus dem Ei sich entwickelnde Larve setzt sich, nachdem sie die Mutter verlassen hat, auf einem fremden Gegenstand fest und wird zu einem

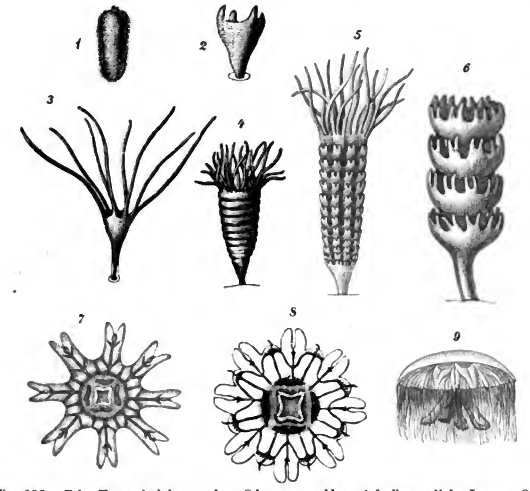


Fig. 136. Die Entwicklung der Ohrenqualle. *1* freibewegliche Larve. *2* der Polyp kurze Zeit nach der Festheftung. *3* derselbe etwas später. *4* die Teilung in ihrem Anfang. *5* spätere Stufe. *6* der Polyp, nachdem eine Anzahl der jungen Medusen sich abgelöst haben. *7—9* die jungen Medusen auf verschiedenen Entwicklungsstufen, *7—8* von unten, *9* von der Seite gesehen. — Nach M. Sars.

kleinen Polypen (Scyphistoma) mit einem Kranz von Tentakeln. Der Polyp kann ebenso wie die Hydra seitliche Knospen bilden, die sich von ihm ablösen und zu ähnlichen Polypen werden; dagegen bildet er keine eigentlichen Stöcke. Allmählich wächst der Polyp, der zunächst ziemlich kurz ist, zu einer ansehnlicheren Länge heran, nimmt eine zylindrische Form an (das untere Ende ist jedoch umgekehrt kegelförmig), und es bildet sich an ihm eine Anzahl ringförmiger Einschnürungen (Strobila-Stadium), durch die der größte Teil des Körpers in eine Anzahl scheibenförmiger Stücke geteilt wird, die sich von-

einander und von dem untersten Teil des Polypen loslösen und deren jedes zu einer kleinen Meduse wird. — Bisweilen fehlt die Polypengeneration, indem das Medusen-Ei sich direkt zu einer neuen Meduse ausbildet.

Die Acalephen, unter denen verschiedene leuchtende Formen sind, finden sich ausschließlich im Meere. Als Beispiele führen wir die folgenden an.

1. Die Ohrenqualle (*Aurelia aurita*) besitzt eine nur wenig gewölbte Scheibe, die am Rande mit zahlreichen kurzen Fäden ausgestattet ist; die Randkörper enthalten sowohl ein Gehörwerkzeug als ein Auge. Die Magenhöhle mit vier kurzen Magensäcken, in denen die 4 Geschlechtsorgane ihren Platz haben, die jedes dem Rande eines menschliches Ohres ähnlich sind; der Mund mit 4 langen Mundarmen. Ebenso wie seine Verwandten ist das Tier ungemein wasserhaltig (95—96 % Wasser, 4—5 % Trockensubstanz) [1]). Sehr häufig in den nordeuropäischen Meeren.

2. Die Haarqualle (*Cyanea capillata*) ist eine große, schöne Meduse, die besonders dadurch ausgezeichnet ist, daß die außerordentlich langen Randfäden in 8 Gruppen an der Unterseite der stark gelappten Scheibe angesammelt sind. Ihre Nesselkapseln erzeugen eine intensiv brennende Empfindung an dünnhäutigen Stellen des menschlichen Körpers. An denselben Orten wie die Ohrenqualle häufig.

3. Die Rhizostomiden sind dadurch ausgezeichnet, daß die Mundöffnung geschlossen ist; auch die Ränder der Rinnen an den verzweigten Mundarmen sind verwachsen, jedoch bleiben an letzteren kleine „Ostien“ offen, durch die das Darmsystem mit der Außenwelt in Verbindung steht, indem die Armrinnen in den Darmschlauch einmünden. Die von den Armen ergriffene Beute wird durch die sich dilatierenden Ostien außerhalb des Tieres (vergl. die Seesterne) verdaut und nur kleinere Stücke in die Armröhren aufgenommen. Die Rhizostomiden, denen Randtentakel fehlen, sind ansehnliche Medusen, die im Mittelmeer etc. leben.

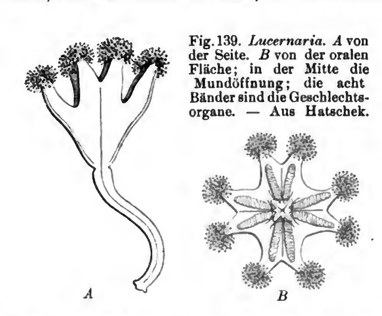


Fig. 139. *Lucernaria*. *A* von der Seite. *B* von der oralen Fläche; in der Mitte die Mundöffnung; die acht Bänder sind die Geschlechtsorgane. — Aus Hatschek.

Anmerkung. Den Acalephen reiht sich die Gattung *Lucernaria* an, die als eine im Scyphistoma-Stadium geschlechtsreif gewordene Acalephe zu betrachten ist. Die Lucernarien sind einige Zentimeter lange Tiere, die mit einem hohlen Stiel festgeheftet sind; das freie Ende des Körpers ist zu einer am Rande mit 8 Einbuchtungen versehenen Scheibe verbreitert; zwischen den Einbuchtungen ebenso viele kurze Fortsätze, jeder mit zahlreichen kurzen Tentakeln. In der Mitte der Scheibe die Mundöffnung auf einem kurzen

1) Zum Vergleich führen wir an, daß der menschliche Körper ca. 60 % Wasser enthält.

Rohr; vier tiefe Säcke senken sich von der Scheibenfläche in das Tier hinein (ähnliche auch bei Scyphistoma). Die Geschlechtsorgane in der bis an den Scheibenrand sich erstreckenden Darmhöhle. Das aus dem Ei entschlüpfende wimperlose Junge setzt sich bald fest und entwickelt sich weiter. An den europäischen Küsten, auf Seegras sitzend.

2. Klasse. **Anthozoa, Korallentiere.**

Der Körper hat die Form eines kürzeren oder längeren Zylinders mit einem großen inneren Hohlraum, der Darmhöhle. In diese hängt das Schlundrohr hinab, das, wie oben erwähnt, den eingestülpten oberen Teil der Körperwand darstellt; die äußere Oeffnung des Schlundrohres wird als Mund bezeichnet, es muß aber daran erinnert werden, daß die Oeffnung, die dem Mund eines Hydroiden oder einer Meduse entspricht, am unteren Ende des Schlundrohrs ihren Platz hat (Schlundpforte). In der Darmhöhle finden sich senkrecht stehende, radiäre Scheidewände, die oben zwischen Schlundrohr und Körperwand ausgespannt sind [1]), während sie unterhalb des Schlundrohrs mit einem freien inneren Rand endigen (etwa wie die Scheidewände einer Mohnkapsel). Die Anzahl der Scheidewände ist eine verschiedene (z. B. 8, 12 etc.). Am oberen Ende des Tieres befindet sich ein Kranz von Fangarmen oder Tentakeln (ausnahmsweise mehrere Kränze), deren Anzahl derjenigen der Scheidewände entspricht; es sind hohle Ausstülpungen der Körperwand, die von den zwischen je zwei Scheidewänden gelegenen Räumen entspringen; sie sind reichlich mit Nesselzellen ausgestattet. Das scheibenförmige Feld innerhalb des Tentakelkranzes, in dessen

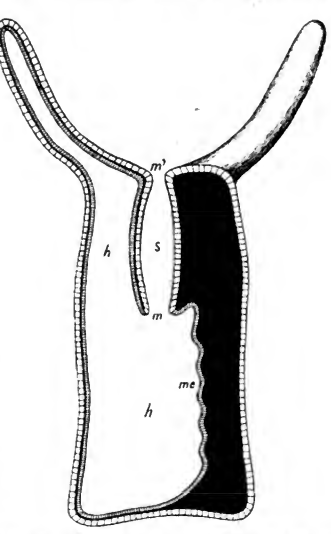
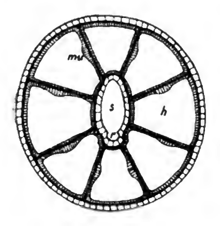


Fig. 138. Längsschnitt durch eine Einzelkoralle (Schema); der Schnitt geht rechts durch eine Scheidewand, links zwischen zwei solchen hindurch. *h* Darmhöhle, *m* Schlundpforte, *m'* Mund, *me* Mesenterialfilament, *s* Schlundrohr, *t* Tentakel. Mesogloea schwarz, Entoderm dicht, Ectoderm weitläufig schraffiert. — Orig.

1) Bei manchen Anthozoen (z. B. den meisten Actinien), die eine große Anzahl von Scheidewänden besitzen, reichen nur einige derselben von der Körperwand bis zum Schlundrohr, während andere in ihrer ganzen Ausdehnung einen freien Innenrand haben.

Mitte der Mund liegt, wird als Mundscheibe bezeichnet; das untere abgeplattete Ende des Körpers nennt man die Fußscheibe.

Jede Scheidewand ist eine Falte des Entoderms, die ein von der Mesogloea gebildetes Blatt bekleidet, das von der Mesogloea der Körperwand entspringt (vergl. Fig. 139). Ihr innerer freier Rand ist schnur-



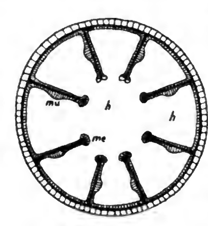


Fig. 139. Querschnitte durch eine achtarmige Koralle, *A* durch die Schlundregion, *B* weiter unten. Schema. *h* Darmhöhle, *me* Mesenterialfilament, *mu* Muskelwulst, *r* Rinne, *s* Schlundrohr. Mesogloea durch eine starke schwarze Linie angegeben, Entoderm dicht, Ectoderm weitläufig schraffiert. — Orig.

artig verdickt, stark gewunden und reichlich mit Wimperhaaren, mit Nessel- und mit Drüsenzellen versehen; er wird als „Mesenterialfilament“ bezeichnet und spielt eine wichtige Rolle bei der Verdauung, ja vermittelt diese wahrscheinlich allein [1]). In den Scheidewänden entwickeln sich die Eier und die Samenkörperchen durch Umbildung der Zellen des Entoderms; diejenigen Teile der Scheidewände, in denen die Bildung der Eier und des Samens stattfindet, sind verdickt und werden als Eierstöcke und Hoden bezeichnet. Die Korallentiere sind meistens getrennten Geschlechts, nur ausnahmsweise hermaphroditisch. Bei manchen werden die Eier im Mutterkörper zurückbehalten, bis die Larvengestalt erreicht ist (oder sogar bis zur vollen Ausbildung des Tieres); andere sind dagegen ovipar.

Ueber die festen Teile, die meistens im Körper entwickelt werden, vergl. die einzelnen Ordnungen.

Der Bauplan der Korallentiere ist zwar wie bei anderen Cölenteraten ein radiärer, tritt aber als solcher fast nie ganz rein hervor. Das Schlundrohr ist im Durchschnitt fast immer oval, der Mund spaltförmig, so daß schon hierdurch eine Mittelebene des Körpers bestimmt wird; jedem Ende des Ovals entspricht ein Tentakel. Ferner sind die Muskelelemente meistens nicht an beiden Seiten der Scheidewände gleich entwickelt, sondern sie bilden auf einer Seite eine Verdickung; die verdickte Seite kann bald die eine, bald die andere sein, es ist aber immer so, daß die Verdickungen, wenn wir alle Scheidewände auf einmal überblicken, in bezug auf die oben erwähnte Mittelebene symmetrisch geordnet sind (vergl. Fig. 139, welche die Anordnung bei den Achtarmigen zeigt).

Bei manchen der vielarmigen Korallentiere (jedenfalls bei den meisten Actinien) ist das Schlundrohr mit zwei stark bewimperten Rinnen versehen, die den beiden Enden des ovalen Querschnittes entsprechen; wenn das Schlundrohr sonst zusammengeklappt ist, bleiben diese Rinnen

---

1) Von dem unteren Ende der Scheidewände entspringen bei einigen Actinien eigentümliche freie Fäden (Acontien), die einen ähnlichen Bau besitzen wie die „Filamente“ (sie sind sehr reich an Nesselzellen); sie können durch Oeffnungen in der Körperwand (Cincliden) hervorgeschleudert werden und dienen zur Verteidigung resp. zum Angriff.

noch offen und dienen wahrscheinlich dazu, die für die Atmung wichtige Wasserströmung durch das Körperinnere zu unterhalten. — Bei manchen Achtarmigen ist eine ähnliche, durch verdicktes Epithel und lange Wimperhaare ausgezeichnete Rinne, aber nur an dem einen Ende des Querdurchschnittes (*r*, Fig. 139 *A*) vorhanden; der Wimperstrom geht in ihr von außen nach innen, an den übrigen Teilen des Schlundrohres in umgekehrter Richtung.

Bei den allermeisten Korallentieren kommt eine ungeschlechtliche Vermehrung durch Knospung oder Teilung vor. Die hierbei gebildeten jungen Individuen sondern sich nur ausnahmsweise von dem Stammtier, bleiben gewöhnlich mit diesem in Zusammenhang, so daß Stöcke entstehen. Diese bestehen meistens aus zahlreichen Individuen und erreichen häufig einen sehr ansehnlichen Umfang. Dieselben Individuen können sowohl durch Knospung als auch auf geschlechtlichem Wege Nachkommen erzeugen; ein Generationswechsel kommt nicht vor.

Wenn die Korallentiere das Ei verlassen, sind sie tentakellose Larven, die vermittelst ihrer Bewimperung umherschwimmen. Später setzen sie sich fast immer fest und bilden sich zu der definitiven Gestalt um. Nur wenige Arten sind zeitlebens einer, meist geringen, Ortsveränderung fähig (namentlich Actinien).

Die Korallentiere, die sämtlich dem Meere angehören, sind größtente ls räuberische Tiere, die mittelst der Fangarme ihre Beute ergreifen und lähmen und sie durch das Schlundrohr in die Darmhöhle hinein befördern. Wenn ungestört, sitzen sie mit ruhig ausgestreckten Armen da; wenn sie beunruhigt werden, ziehen sie den ganzen Weichkörper stark zusammen, und die Arme werden umschlossen und verdeckt von dem oberen Teil des Körpers, der sich ganz um sie zusammenschnüren kann (Fig. 143).

1. Ordnung. **Octactinia, achtarmige Korallentiere.**

Besitzen nur acht Scheidewände und dem entsprechend acht Fangarme, die jederseits mit einer Reihe kleiner Aeste versehen sind (federförmige Fangarme). In der Mesogloea finden sich fast immer mikroskopisch kleine, mit Warzen oder Spitzen versehene Kalkkörperchen von verschiedener Färbung, die im oberen Teil des Tieres in geringerer Anzahl vorhanden sind, so daß dieser in den unteren, festeren, mit sehr zahlreichen Kalkkörperchen ausgestatteten Abschnitt zurückgezogen werden kann. Die Kalkkörperchen, die meistens nicht sehr innig miteinander verbunden sind, entstehen in Zellen, die vom Ectoderm in die Mesogloea eingewandert sind.

Nur ganz wenige Arten sind Einzeltiere, die allermeisten bilden Stöcke (Fig. 140). Seltener sind die Personen des Stockes durch dünnere Ausläufer verbunden, die einen einfachen, mit ihren Darmhöhlen in Verbindung stehenden Kanal enthalten. Häufiger sind die unteren, festeren Teile der Personen durch größere, hauptsächlich aus Mesogloea bestehende Zwischenmassen vereinigt, die von zahlreichen Kanälen durchzogen werden; letztere sind vom Entoderm ausgekleidet und setzen die Darmhöhlen der Stockpersonen miteinander in Verbindung (über die Verbindung der Individuen bei der Orgelkoralle vergl. unten). Die äußere Form der Stöcke ist recht verschieden; nicht selten sind sie baumförmig verästelt. In letzterem Fall ist häufig im Stamm und in den Aesten ein Achsenskelet vorhanden, das zunächst von der Fußfläche des ganz jungen Stockes (zwischen derselben und dem Fremdkörper, auf dem er be-

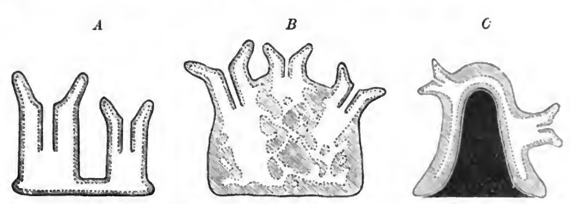


Fig. 140. Schnitte durch junge Stöcke verschiedener achtarmiger Korallen (schematisch). Ectoderm durch eine voll ausgezogene Linie, Entoderm durch eine punktierte angedeutet, Mesogloea schraffiert. *A* einfachste Art der Verbindung der Individuen; *B* junger Stock von Alcyonium; *C* derselbe von einer Hornkoralle, Achsenskelet schwarz gehalten. — Nach v. Koch.

festigt ist) als eine dünne Platte ausgeschieden wird und nachher allmählich höher wird und mit dem Stock emporwächst, in den es ganz eingeschlossen ist; es wird vom Ectoderm ausgeschieden und ist eine reine Cuticularbildung (vergl. Fig. 140 *C*). Das Achsenskelet ist bei den Hornkorallen hornartig, biegsam, bei der Edelkoralle kalkig, bei Isis aus kalkigen und hornartigen Gliedern zusammengesetzt.

Bei Corallium sind in die kalkige Achse auch noch Kalkkörperchen eingeschlossen, die aus der Mesogloea durch die das Achsenskelet absondernde Ectodermlage gewandert sind und sich mit letzterem verbunden haben.

Interessant ist das bei verschiedenen Achtarmigen konstatierte Vorkommen von Zwergindividuen („Zooiden"), die in den Stöcken neben den gewöhnlichen Personen vorhanden sind. In den ausgeprägtesten Fällen sind sie völlig tentakellos und auch in anderen Beziehungen von den übrigen verschieden; in anderen Fällen ist der Unterschied weniger eingreifend. Sie scheinen hauptsächlich die Funktion zu haben, Wasser in die Kanäle des Stockes ein- und auszuleiten und so der Respiration zu dienen. In großer Anzahl kommen sie bei den Federkorallen vor, sind aber auch z. B. bei den Leder- und Edelkorallen, dagegen nicht bei den Hornkorallen gefunden.

Von den hierher gehörenden Formen führen wir folgende an:

1. Die Lederkoralle (*Alcyonium digitatum*) bildet gelbe oder weißliche, halbfeste Stöcke von unregelmäßiger, klumpiger Form, mit kurzen, dicken Aesten. Die Darmhöhlen setzen sich von dem freien, oberen weichen Teil der Individuen als schwach gebogene Röhren weit in den Stock hinein fort und sind durch feine Kanäle miteinander verbunden. Kein Achsenskelet. In der Nordsee.

2. Die Orgelkorallen (*Tubipora*) bilden klumpenförmige Stöcke, die aus langen, röhrenförmigen, ungefähr parallel gestellten Tieren zusammengesetzt sind; die Personen sind nicht durch größere Zwischenmassen, sondern durch wagerechte Platten verbunden, die ein netzförmiges, mit den Darmhöhlen in Verbindung stehendes Röhrensystem enthalten. In jedem Individuum sind die Kalkkörperchen (von dem obersten weichen Teil des Tieres abgesehen) zu einer festen, röhrenförmigen Masse vereinigt, in den wagerechten Platten zu Kalkplatten verschmolzen, die mit den Kalkröhren zusammenhängen. Im Indischen und Stillen Ozean.

3. Die Hornkorallen (Gatt. *Gorgonia* u. a.) bilden baumförmig

verästelte Stöcke mit einer festen dunklen Hornachse sowohl im Stamme wie in den Aesten; der übrige, die Hornachse bekleidende Teil des Stockes, der als „Rinde" bezeichnet wird, enthält zahlreiche Kalkkörperchen und wird von Kanälen durchzogen. Auf der Oberfläche des getrockneten Stockes bemerkt man kleine Vertiefungen, die Stellen, an denen der freie, weiche Teil der Individuen gesessen hat. Bei einigen Formen (*Rhipidigorgia*) liegen die Aeste des Stockes in einer Ebene und verwachsen teilweise miteinander, so daß der Stock einem durchlöcherten Blatt ähnlich wird. Besonders in den wärmeren Meeren, einige Arten im Mittelmeer. — Die Gliederkorallen (*Isis*) stehen den Hornkorallen nahe, die Achse besteht aber aus einer Reihe von kalkigen Gliedern, die durch hornige Querscheiben zusammengehalten werden. Eine Art im Mittelmeer.

4. Die Edelkoralle (*Corallium rubrum*). Stock verästelt, mit fester, kalkiger Achse. Sowohl letztere wie die Rinde sind schön rot, der freie Teil der Individuen weiß. Im Mittelmeer.

5. Die Federkorallen oder Seefedern (Gatt. *Pennatula* u. a.). Die Stöcke bestehen aus einem unteren, nackten Stiel und einem oberen, breiteren, oft federförmigen Teil, aus dem die Individuen hervorragen. In die Achse des Stockes ist ein verkalkter, unverzweigter Stab eingeschlossen. Mit dem Stiel stecken sie lose im Boden des Meeres, und wenn sie beunruhigt werden, bohren sie sich tiefer in den Boden ein. In der Nordsee lebt die leuchtende, rotgefärbte, federförmige *Pennatula phosphorea.*

2. Ordnung. **Zoantharia, vielarmige Korallentiere.**

Die Anzahl der Scheidewände ist 6, 12 oder mehr (entweder ein Multiplum von 6 oder eine große unbestimmte Anzahl); die Anzahl der (nicht federförmigen) Arme entspricht fast immer derjenigen der Scheidewände. Bei den meisten Formen findet sich ebenso wie bei

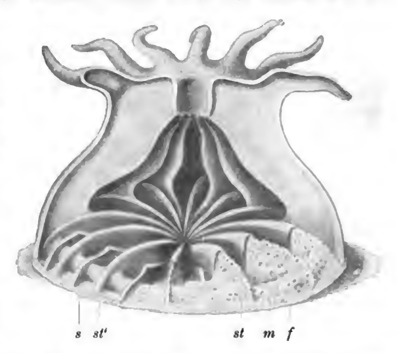


Fig. 141. Junges vielarmiges Korallentier, der Länge nach durchschnitten; die Fußscheibe mit dem Skelet nicht durchschnitten; gewisse Teile der Fußscheibe (rechts) sind entfernt, damit das Skelet besser hervortritt. *f* Fußplatte, *m* Mauerplatte (noch niedrig), *s* eine der weichen Scheidewände (größtenteils weggeschnitten), *st* Strahlenplatte, *st'* dgl., von einer Falte der Fußscheibe bedeckt. — Nach Pfurtscheller, geändert.

den Achtarmigen ein Skelet, das sich aber von demjenigen dieser Abteilung im allgemeinen sehr verschieden verhält. Das Skelet, das ausschließlich im unteren Teil des Tieres Platz hat, während der obere Teil vollkommen skeletlos ist, besteht aus einer zusammen-

hängenden, zuweilen sehr porösen, zuweilen dichteren Masse von kohlensaurem Kalk. Dieses Skelet entspricht genau dem Grundplan des Tieres und besteht meistens aus folgenden Hauptteilen: einer scheibenförmigen Fußplatte am unteren Ende des Tieres, einer röhrenförmigen Mauerplatte, die von diesem getragen wird, und einer Anzahl — 12, 24, 48 etc. — radiärer Strahlenplatten (Sternleisten), die mit der Mauer- und der Fußplatte verbunden sind und auch häufig miteinander in der Mitte verwachsen.

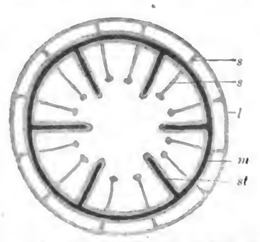


Fig. 142. Querschnitt des unteren Teils einer ähnlichen Koralle wie der in Fig. 141 abgebildeten, jedoch nur mit 6 Strahlenplatten. Skelet schwarz, Weichteile grau. *l* Leibeswand, *m* Mauerplatte, *s* Scheidewand (weich), *st* Strahlenplatte.

Es lag nach der beschriebenen Anordnung des Skelets nahe, zu vermuten, daß die Mauerplatte eine Verkalkung in der äußeren Körperwand sei, die Strahlenplatten ähnliche in den Scheidewänden und die Fußplatte eine in der Fußscheibe. Tatsächlich verhält es sich jedoch anders: Das Skelet ist eine Absonderung des Ectoderms. Wenn die kleine Korallenlarve sich nach ihrem freien Leben festgesetzt hat, scheidet sie bald nachher von ihrer unteren Fläche eine dünne Kalkscheibe aus, die Anlage der Fußplatte, die sich somit zwischen dem Gegenstand, an dem das Tier sich festgesetzt hat, und dem Ectoderm der unteren Fläche des Tieres befindet. Von der Kalkscheibe

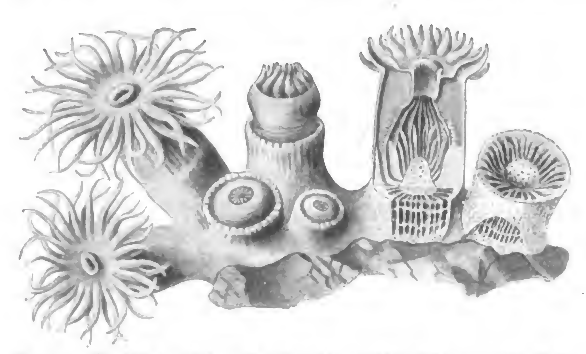


Fig. 143. Ein kleiner Stock eines vielarmigen Korallentieres, auf einem Felsen sitzend. Links zwei voll ausgestreckte Individuen, in der Mitte drei mehr oder weniger zusammengezogene. Am weitesten rechts ein Individuum, an dem alle Weichteile entfernt sind; man sieht Mauerplatte, Strahlenplatten, Columella und Interseptalbalken. Neben diesem ein längs durchschnittenes Individuum (im untersten Teil desselben ist ein Schnitt quer durch den Körper gelegt); man sieht Columella, Scheidewände, Strahlenplatten etc. — Nach Pfurtscheller, geändert.

erheben sich dann 12 radiäre Leisten, die Anlagen der Strahlenplatten, die allmählich höher und plattenförmig werden und dann, von Falten der weichen Fußscheibe umgeben, zwischen den schon vorhandenen 12 weichen Scheidewänden in die Darmhöhle des Tieres emporragen. Ferner wächst von der Fußplatte eine ringförmige, die Strahlenplatten verbindende Leiste, die Anlage der Mauerplatte, empor, ebenfalls als Absonderung der unteren Fläche des Tieres; dieselbe wird allmählich zu einer höheren Röhre und ragt, wie die Strahlenplatten von einer Falte der Fußscheibe überzogen, in die Darmhöhle hinauf; sie befindet sich in dieser in einer Entfernung einwärts von der weichen Körperwand. Zwischen den ursprünglichen Strahlenplatten können sich später andere entwickeln, welche ebenso wie jene mit den weichen Scheidewänden nichts zu tun haben. — Das Skelet ist also ein rein äußeres, ein von dem Ectoderm des Tieres ausgeschiedenes Cuticularskelet.

Zwischen den Strahlenplatten entwickeln sich im unteren Teil des Tieres oft kleine kalkige Querbalken oder wagerechte Platten, die von einer Strahlenplatte zur anderen gehen (Interseptalbalken). Im unteren Teil verwachsen die Strahlenplatten meistens in der Mitte; von dieser Stelle erheben sich häufig ein oder mehrere senkrechte Hügel oder Stacheln (Columella). Nicht alle Strahlenplatten sind gleich entwickelt, die letztgebildeten reichen mit ihrem Innenrand nicht so weit nach der Mitte wie die älteren, mit denen sie regelmäßig abwechseln. In gleichem Maße, wie das Tier in die Höhe wächst, verdicken sich die unteren Teile der Strahlenplatten und der Mauerplatte, so daß der untere Teil des Skelets kompakter und solider ist als der obere. — An älteren Korallentieren ziehen sich die Weichteile von den unteren Partien zurück, nach oben, so daß diese Teile des Skelets nackt werden.

Die Mehrzahl der vielarmigen Korallentiere, besonders derjenigen, die mit einem Skelet ausgestattet sind, bilden durch Knospung oder Längsteilung Stöcke, die meistens aus einer großen Anzahl von Individuen zusammengesetzt sind. Bei der Knospung (Fig. 145) bildet sich seitlich an der Leibeswand eine Ausstülpung, die allmählich zu einem neuen Individuum wird; die Längsteilung (Fig. 144) findet dagegen in der Weise statt, daß das Schlundrohr und die Mundöffnung zuerst einen ovalen, später einen 8-förmigen Querschnitt bekommt und sich schließlich in zwei teilt; ähnlich auch der Tentakelkreis (Fig. 144). Aehnlich wie bei den Achtarmigen stehen die Darmhöhlen der Stockpersonen durch ein feines Kanalsystem miteinander in Verbindung. Die äußere Form des Stockes — und dieser entspricht die des Skelets — ist ungemein verschieden. Sie können baumförmig verästelt, klumpen- oder kuchenförmig sein, und diese verschiedenen Formen können — z. T. unter der Einwirkung äußerer Verhältnisse: ruhiges oder bewegteres Wasser etc. — manchmal bei derselben Art auftreten, so daß sie je nachdem kuchen-, klumpen- oder baumförmig sein kann, ja sogar in demselben Stock können einige Partien kuchenförmig sein, andere dagegen sich ästig erheben. Die distalen Teile der Stockpersonen, in die das Skelet sich nicht hineinerstreckt, sind meistens frei, die das Skelet einschließenden Teile dagegen entweder in ihrer ganzen Ausdehnung oder nur proximal mit den benachbarten Personen vereinigt. Zuweilen — dies ist indessen nur mehr ausnahmsweise der Fall — ist die Verbindung mit den Nachbarn inniger; die Mundöffnungen sind zwar gesondert, die Darmhöhlen stehen aber in weit offener Verbindung, und am getrockneten Skelet sieht man nicht wie



Fig. 144. Stück eines klumpenförmigen Steinkorallenstockes. Rechts oben hat ein Tentakelkranz eine ovale Form angenommen und die Mundöffnung hat sich in zwei geteilt. Ungefähr in der Mitte der Figur ein Tentakelkranz, der schon achterförmig geworden ist; die Mundöffnungen mehr auseinander gerückt. — Nach Dana.



Fig. 145. Stück eines baumförmigen Steinkorallenstockes, der neue Stockpersonen durch Knospung erzeugt. Man sieht mehrere junge Personen, die neuerdings hervorgesprossen sind. — Nach L. Agassiz.

sonst jedes Individuum durch einen Stern angedeutet und von den übrigen durch seine Mauerplatte geschieden; ganze Reihen von Personen sind vielmehr durch Rinnen angedeutet, von deren Seiten die Strahlenplatten entspringen; dem entspricht es auch, daß die Fangarme bei solchen Formen nicht in Kreisen um die Mundöffnungen, sondern in Doppelreihen längs der Rinnen sitzen (Fig. 146).

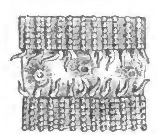


Fig. 146. Kleines Stück der Oberfläche einer Koralle, deren einzelne Individuen unvollkommen gesondert sind (*Heliastraea*). Man bemerkt drei Mundöffnungen; Tentakel in zwei Reihen. — Nach M. Edwards u. Haime

Verhältnismäßig selten lösen sich die durch Knospung oder Teilung erzeugten neuen Individuen von dem Erzeuger ab. Solches geschieht z. B. bisweilen bei den skeletlosen Actinien, bei denen sowohl Knospung als Längs- und Querteilung (Fig. 53, S. 58) mit steter Ablösung der neuen Individuen stattfinden kann. Auch bei einigen von den mit Kalkskelet versehenen Formen kommt eine Ablösung von Knospen oder eine Querteilung, wenn auch nur selten, vor, wobei die selbständig gewordenen Individuen auch einen Teil des Kalkskelets mit sich nehmen. Die eine sehr ansehnliche Größe erreichenden Pilzkorallen (*Fungia*), Einzelkorallen, die dem Meeresboden lose aufliegen, sind in dieser Weise in ihrer Jugend durch Querteilung von kleinen festsitzenden Einzelkorallen (oder aus ganz wenigen Individuen zusammengesetzten Stöcken) abgelöst und später weiter gewachsen.

Die in den Meeren der heißen Zone so häufig auftretenden, oft sehr großen (meilenlangen) Korallenriffe verdanken ihre Entstehung hauptsächlich verschiedenen mit Skelet versehenen vielarmigen Korallentieren. Außer diesen tragen auch noch andere Tiere, nament-

lich gewisse Hydroiden (s. Anm. 1, S. 171), zur Bildung der Riffe bei. Die Riffe bestehen teils aus den Skeleten abgestorbener Stöcke, teils aus den lebendigen Stöcken, die sich auf letzteren angesiedelt haben; an und bei den Riffen leben eine Menge anderer Tierformen, die teilweise diesen eigentümlichen Verhältnissen speziell angepaßt sind, so daß man von einer besonderen Rifffauna reden könnte. Die Korallenriffe gehören zu den charakteristischsten Erscheinungen der tropischen Meere.

1. In den nördlichen Meeren ist die Ordnung fast nur durch Actinien (Seeanemonen, Seerosen) vertreten: skeletlose Einzeltiere von meistens verhältnismäßig ansehnlicher Größe und gewöhnlich mit mehreren Kreisen von Fangarmen; unten besitzen sie meistens eine breite Fußscheibe, mit der sie sich fremden Gegenständen anheften; sie sind eines langsamen Ortswechsels fähig. Mehrere Arten in der Nordsee.

2. Die mit Kalkskelet versehenen Formen, die Steinkorallen (*Madreporaria*), gehören fast ausschließlich den wärmeren Meeren an, in denen sie in großem Reichtum, meistens als Stöcke, selten als Einzeltiere auftreten. Im Mittelmeer sind sie durch einige wenige Arten vertreten.

3. Klasse. **Ctenophora, Rippenquallen.**

Die Rippenquallen können als Medusen aufgefaßt werden, denen ein Klöpfel fehlt und bei denen die Glocke so stark gewölbt und zusammengezogen worden ist, daß der Raum unterhalb derselben zu einer weiteren oder engeren Röhre (dem sog. „Magen“) geworden ist, in deren Grund

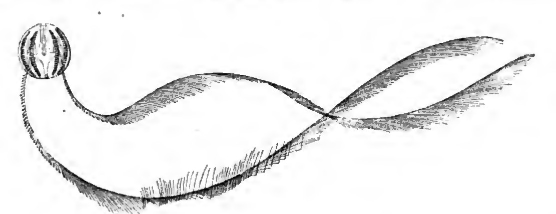


Fig. 147. Eine Rippenqualle (*Pleurobrachia*) mit sehr langen Tentakeln. — Nach L. Agassiz, aus Hatschek.

der Eingang zur Darmhöhle, also die Mundöffnung, liegt. An der Oberfläche des Körpers bemerkt man acht schmale Streifen, die wie die Meridiane eines Globus verlaufen; jeder dieser Streifen oder Rippen, wie sie genannt werden, ist zusammengesetzt aus einer Reihe kleiner Blättchen, die aus je einer Querreihe miteinander verschmolzener Wimperhaare bestehen; diese Blättchen bilden die wichtigsten (meist die einzigen) Bewegungswerkzeuge des Tieres. Viele Rippenquallen sind mit zwei langen, verästelten Tentakeln versehen, die an entgegengesetzten Körperseiten entspringen und in je eine besondere Tentakelhöhle zurückgezogen werden können; im übrigen ist der Körper ohne Anhänge. Die oben genannte Mundöffnung führt in eine kleine Darmhöhle (den sog. „Trichter“),

von der unter anderem Kanäle entspringen, die den Rippen entlang verlaufen. Am oberen Körperpol findet sich eine „Otocyste" (von der nachgewiesen ist, daß sie ein statisches Organ ist). Nesselzellen fehlen.

Im Körper der Rippenquallen ist ein achtstrahliger Grundplan bis zu einem gewissen Grad angedeutet, aber nicht durchgeführt. Tatsächlich kann der Körper nur in zwei kongruente Stücke geteilt werden; er ist ziemlich streng zweistrahlig. Der zweistrahlige Grundplan ist z. B. in der Anordnung der Tentakel, der Aeste der Darmhöhle etc. ausgeprägt.

Die Rippenquallen, von deren Bau oben nur gewisse Momente hervorgehoben sind, während von anderen abgesehen wurde, sind hermaphroditische Tiere ohne Generationswechsel, die in mehrfacher Beziehung eine Sonderstellung unter den Cölenteraten einnehmen. Die meisten leben in den wärmeren Meeren; alle sind pelagische Tiere.

Von besonderem Interesse ist es, daß die Larven einiger Rippenquallen häufig, kurz nachdem sie die Eihülle verlassen haben, geschlechtsreif werden und befruchtete Eier ablegen (solches findet nur während der warmen Jahreszeit statt). Später bilden sich die Geschlechtsorgane wieder zurück, und dieselben Larven entwickeln sich wahrscheinlich zu normalen Individuen, die nochmals geschlechtsreif werden.

Von einzelnen Formen führen wir an: *Beroë*, tonnenförmig, mit weitem „Magen", ohne Tentakel; *Pleurobrachia* (Fig. 147), kugelig, mit engem „Magen" und langen Tentakeln; *Cestus Veneris* (Venusgürtel) mit stark zusammengedrücktem, zu einem Bande gestrecktem Körper. Alle genannten im Mittelmeer, die beiden ersten auch in der Nordsee vertreten.

---

2. Kreis. **Spongiae** oder **Porifera, Schwämme.**

Die Spongien bilden eine sehr eigentümliche Abteilung einfach gebauter Tiere, die früher den Cölenteraten zugerechnet wurden, von denen sie jedoch recht verschieden sind.

In seiner einfachsten Gestalt (bei gewissen Kalkschwämmen, Fig. 148, 1) ist das ganze Tier ein am einen Ende offener, am anderen Ende geschlossener Schlauch, der mit dem geschlossenen Ende festgeheftet ist. Die Wand (Fig. 149) besteht aus zwei Schichten, einem dicken Ectoderm (worüber mehr unten) und einem Entoderm, gebildet von einer eigentümlichen Sorte von Geißelzellen, die an ihrem freien Ende je eine feine Röhre (etwa wie ein kurzer Lampenzylinder) tragen, innerhalb deren die kräftige Geißel sitzt: Kragenzellen (vergl. die Choanoflagellaten). Die Wand ist an verschiedenen Stellen von kleinen Oeffnungen durchbrochen, sog. Poren; jede von diesen ist eine kurze kanalförmige Durchbohrung einer einzelnen Zelle. Porocyte, die quer durch die Wand geht und sich derart kontrahieren kann, daß der Porus völlig geschlossen wird. Durch die Poren geht vermittelst der Bewegung der Kragenzellen-Geißeln ein Wasserstrom in die Höhle, die Darmhöhle, hinein; durch die große Oeffnung, das Osculum, am Ende des Schwammes, geht das Wasser wieder heraus. Die organischen Körperchen, die mit dem Strom in die Darmhöhle hineingelangen, werden von Pseudopodien ergriffen, welche die Kragenzellen aussenden, und in letztere aufgenommen.

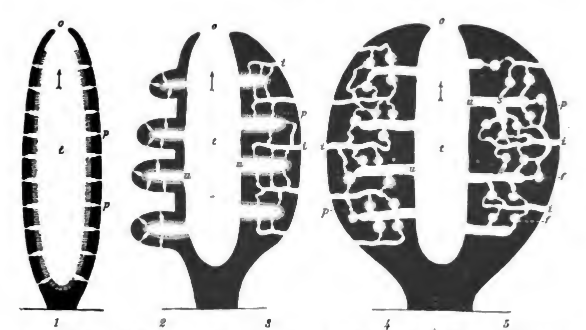


Fig. 148. Verschiedene Formen von Spongien, schematische Längsschnitte. *f* Geißelkammern, *i* Ostien, *o* Osculum, *p* Poren, *s* Stiel einer Geißelkammer, *t* Darmhöhle, *u* Ausstülpungen derselben. Die Pfeile deuten die Richtung der Wasserströmung an.

Diese einfachste Grundform wird bei einigen Spongien derartig geändert, daß die Wand sich in fingerförmige Ausstülpungen ausbaucht (Fig. 148, 2); in einigen Fällen sind dann sowohl die Ausstülpungen wie die Darmhöhle mit Kragenzellen ausgekleidet, in anderen (2) nur die Ausstülpungen, während der Hauptraum der Darmhöhle mit platten Zellen ebenso wie die Außenfläche des Tieres bekleidet ist. Bei anderen Spongien (3) bilden die Ausstülpungen der Darmhöhle dagegen keine solche freien Hervorragungen an der Oberfläche des Tieres, sondern setzen sich in die verdickte Wand hinein fort, und man findet dann die Einrichtung, daß sich von der äußeren Oberfläche in die Wand Kanäle einsenken, in die dann die Poren einmünden; die äußeren Oeffnungen dieser Kanäle werden als Ostien bezeichnet. Auch in diesem Fall sind die Kragenzellen auf die Ausstülpungen beschränkt. Das Wasser geht durch die Ostien in die Kanäle hinein und dann durch die Poren in die Ausstülpungen und weiter durch die Darmhöhle aus dem Osculum heraus. — Wieder bei anderen (4) sind die Ausstülpungen der Darmhöhle mit kurzen Aesten versehen, auf die dann die Kragenzellen beschränkt sind und die als Geißelkammern bezeichnet werden (während die Ausstülpungen selbst mit platten Zellen ausgestattet sind); die Poren stehen in derselben Weise wie im letztgenannten Fall mit der Außenfläche in Verbindung. Weiter können die Geißelkammern traubenförmig, jede mit einem kurzen Stiel (ohne Kragenzellen) versehen sein (5). Weitere Komplikationen entstehen dadurch, daß die Darmhöhle und deren Ausstülpungen sich weniger regelmäßig verhalten, unregelmäßig gebuchtete Hohlräume bilden; oder dadurch, daß sich die Ausstülpungen verzweigen etc.

Häufig sind die Kanäle, durch die das Wasser von außerhalb in die Geißelkammern gelangt, dicht innerhalb der Oberfläche der Spongien zu ausgedehnteren Hohlräumen erweitert, den sog. Subdermalhöhlen.

Sehr allgemein bilden die Schwämme Stöcke. In einigen Fällen bestehen diese aus zylindrischen Individuen, die nur durch Ausläufer

zusammenhängen, so daß die einzelnen Individuen, jedes mit seinem Osculum am freien Ende, sehr selbständig erscheinen. Dies ist aber nur die Ausnahme; gewöhnlich sind die Spongienstöcke derartig entwickelt, daß die Individuen zu einem Ganzen zusammenfließen und nur das Vorhandensein mehrerer Oscula andeutet, das eine Mehrheit von Individuen vorhanden ist. Die äußere Form der Stöcke ist äußerst mannigfaltig: klumpenförmig, kuchenförmig, korallenartig verästelt, pilzförmig, krugförmig etc.

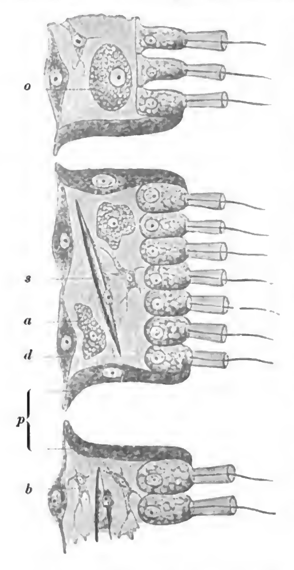


Fig. 149. Kleines Stück eines Längsschnittes der Wand einer Spongie wie der Fig. 148, 1 abgebildeten, bei starker Vergr. Rechts die Kragenzellen, links das Deckepithel der Oberfläche; vom Schnitte sind zwei Poren getroffen. *a* Amöbocyte, *b* Bindegewebezelle, *d* Deckzelle, *o* Ei, *p* Porocyte, *s* Spiculum, von einem Scleroblasten umgeben. — Zum Teil nach Minchin.

Von den Kragenzellen kann zu dem, was oben bereits von ihnen mitgeteilt worden ist, noch hinzugefügt werden, daß sie in vielen Fällen nur an der Basis zusammenstoßen (vergl. Fig. 149, oben), während der übrige Teil der Zelle sogar sehr weit von den Nachbarzellen entfernt sein kann. Sie haben stets die Aufgabe, den durch das Innere der Spongie gehenden Wasserstrom zu erzeugen und die Körperchen aufzunehmen, die dem Tier als Nahrung dienen. Bei manchen Spongien verdauen die Kragenzellen selbst die aufgenommene Nahrung, bei anderen wird sie weiter in die unterliegenden Zellen befördert. Der Wasserstrom ist außer als Nahrungsquelle ohne Zweifel auch für die Respiration von großer Bedeutung.

Das Ectoderm, das meistens die Hauptmasse des Schwammes bildet, besteht aus zahlreichen Zellen verschiedener Art. Zu äußerst kann man mehr oder weniger deutlich eine Schicht von platten Deckzellen unterscheiden, die aber nicht scharf von dem übrigen Ectoderm gesondert sind. Zwischen den übrigen Ectodermzellen ist manchmal, aber nicht immer, eine gallertige Intercellularsubstanz entwickelt, so daß das Ectoderm ein bindegewebiges Gepräge erhält. Man findet in demselben verschiedene Zellen: „Bindegewebe“zellen; Scleroblasten, welche die Skeletteile des Schwammes absondern (siehe unten); ferner amöboide Wanderzellen (Amöbocyten), die in der Gallertmasse umherwandern und von denen einige sich zu Eiern und Spermatozoen entwickeln (siehe unten); andere Amöbocyten füllen sich

mit feinen Tropfen an und werden schließlich aus dem Schwamme ausgestoßen: wahrscheinlich eine Excretion. Einige der Ectodermzellen können spindelförmig und kontraktil sein und sind wohl als Muskelzellen aufzufassen; sie können „Ringmuskeln“ zur Schließung von Ein- und Ausgangsöffnungen bilden. Die Zellen des Spongienkörpers sind übrigens durchweg sehr formveränderlich, und viele Spongien sind dadurch imstande, sich sehr stark zusammenzuziehen, wobei z. B. die platten Zellen der Oberfläche viel dicker werden, die Kragenzellen übereinander geschoben werden usw. — Besondere Nerven- und Sinneszellen scheinen nicht vorhanden zu sein.

Die allermeisten Spongien besitzen ein im Ectoderm eingelagertes Skelet, das aus Kalk- oder Kieselnadeln — Spicula — oder aus einer organischen, hornähnlichen Substanz, Spongin, besteht. Die Nadeln sind bisweilen ganz einfach, gerade, nach einem oder beiden Enden zugespitzt; oder jedes Spiculum ist aus mehreren, z. B. drei oder vier, nadelförmigen Teilen zusammengesetzt, die entweder von einem gemeinsamen Punkt ausgehend nach verschiedenen Richtungen ausstrahlen oder sich in einem gemeinsamen Punkt kreuzen; aber die Spicula können auch weitaus kompliziertere, oft sehr zierliche Formen haben, besonders gilt dies für die Kieselspicula (siehe z. B. Fig. 150). Die Nadeln können mikroskopisch klein oder aber als lange Fasern

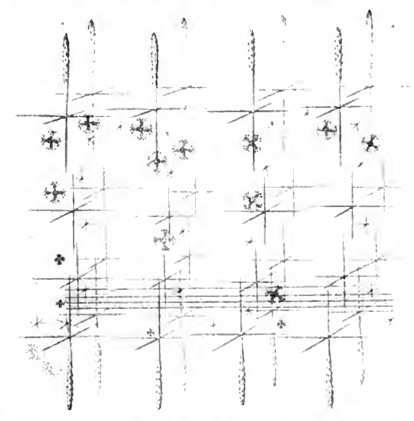


Fig. 150. Schnitt durch die Wand eines Kieselschwammes (Hexactinelliden), nur die Nadeln sind gezeichnet, die Weichteile fortgelassen. Zierliche Nadeln von verschiedener Form. $^{25}/_{1}$. — Nach Fr. E. Schulze.

entwickelt sein. Sie werden gebildet in Zellen des Ectoderms, ragen aber oft teilweise über die Oberfläche hinaus. Einige Schwämme haben Kalkspicula: Kalkschwämme, andere Kieselspicula: Kieselschwämme. Kalk- und Kieselspicula kommen nicht bei ein und demselben Schwamm vor

Bei den Kalkschwämmen bleiben die Spicula im allgemeinen vollkommen getrennt, ohne inniger verbunden zu sein, in den Weichteilen liegen, bei manchen Kieselschwämmen verschmelzen sie dagegen teilweise, so daß sie ein Netz bilden. Bei den meisten Kieselschwämmen kommt aber die Verbindung auf andere Weise zustande, nämlich dadurch, daß von besonderen Zellen Spongin abgesondert wird, das die Spicula zusammenkitttet. Die Menge des Spongins kann in einigen Fällen (Fig. 151, 1) gering sein, so daß es nur in den Knotenpunkten,

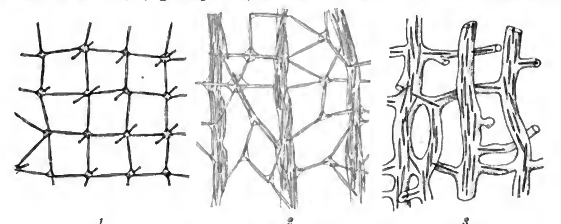


Fig. 151. Kleine Teile des Skelets verschiedener Kieselschwämme; zeigen die verschiedene Entwicklung des Spongins, das punktiert ist. Vergl. den Text. — Nach Minchin.

wo die Spicula sich berühren, vorhanden ist; in anderen Fällen ist sie größer (2), so daß die Spicula in Sponginfäden eingeschlossen werden, und oftmals bilden diese Fäden ein vollständiges Netz. Die Spicula können dann mehr untergeordnet sein im Verhältnis zu den Sponginfasern (3), und endlich findet man bei manchen Spongien, daß das Skelet allein aus letzteren besteht: Hornschwämme. Bei einem Teil von diesen nimmt der Schwamm Sandkörner und andere feste Körper auf und lagert sie in die Sponginfasern ein, oft sogar in bedeutender Menge.

Die Schwämme pflanzen sich ebenso wie andere Metazoen durch Eier und Samen fort. Die Eier entstehen durch eine geringe Umbildung der Wanderzellen; es sind große abgerundete Zellen. Die

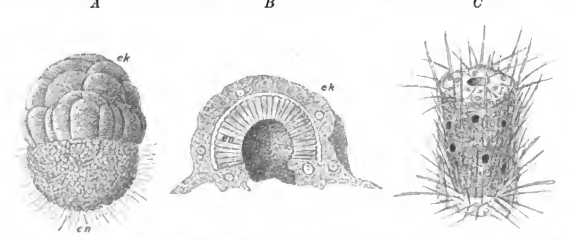


Fig. 152. *A* freischwimmende Larve eines Kalkschwammes, *Sycandra* (Blastula). *B* dieselbe nach dem Festsetzen (Gastrula). *C* junger Schwamm derselben Art. *ek* Ecto-, *en* Entoderm. — Nach Fr. E. Schulze (und Heider).

Spermatozoen entstehen in der Weise, daß eine Wanderzelle sich in zahlreiche kleine Zellen teilt, die jede zu einem Samenkörperchen von der gewöhnlichen Gestalt (mit Kopf und Schwanz) werden. Eier und Samen werden entweder in demselben Schwamm oder in verschiedenen gebildet.

Die Entwicklung des befruchteten Eies findet in der Regel im Körper des Schwammes statt; das junge Tier verläßt den mütterlichen Körper auf der Blastulastufe als eine länglich-rundliche Larve mit Geißeln an der ganzen Oberfläche oder an einem Teil derselben. Später setzt sich die Larve fest, die Geißelzellen (alle oder ein Teil) werden von den übrigen Zellen umschlossen und bilden sich zu den Kragenzellen um, während die übrigen zum Ectoderm werden.

Neben der geschlechtlichen findet sich bei einigen Spongien eine ungeschlechtliche Fortpflanzung. Gewisse Spongien bilden neue selbständige Individuen durch Knospung von der Oberfläche: ein Auswuchs des Schwammes, der z. B. eine Ausstülpung der Darmhöhle (vergl. Fig. 148, 2) oder einige Geißelkammern enthält, wird abgeschnürt, bildet ein Osculum und wird zu einem selbständigen Individuum. Auch die bei den Schwämmen sehr gewöhnliche Stockbildung beruht auf Knospung. — Eine andere, sehr merkwürdige Form von ungeschlechtlicher Fortpflanzung ist die sog. Keimbildung, die z. B. bei den Süßwasserschwämmen vorkommt. Im Herbst (in den Tropen am Anfang der Trockenzeit) sammeln sich im Schwamme Gruppen von Wanderzellen an, die mit vielen an Dotterkörperchen erinnernden Körnchen angefüllt sind, und um diese Zellengruppen herum sondern andere Zellen eine Schale ab. Die Zellengruppe mit ihrer Schale wird als Keim, *Gemmula*, bezeichnet; er überwintert, das nächste Jahr platzt die Schale, die Zellengruppe kriecht heraus und wird zu einem neuen Schwamm, indem die Zellen sich in verschiedener Weise entwickeln. Auch bei gewissen Meeresformen hat man dieselbe Fortpflanzungsform gefunden.

Die Spongien leben in großer Zahl in allen Meeren, nur wenige im Süßwasser. Eine Ortsbewegung geht allen ab, indem sie entweder an fremden Gegenständen, Felsen etc. festgewachsen oder in den weichen Grund mit dem einen Ende eingesenkt sind, an dem dann ein Büschel langer Nadeln, bisweilen mit kleinen Ankern am Ende, vorhanden sein kann; seltener liegen sie lose am Boden.

Von den zahlreichen Formen führen wir nur einzelne an:

1. Die Badeschwämme (*Euspongia*), von denen verschiedene Arten und Varietäten den Gegenstand einer wichtigen Fischerei im Mittelmeer bilden, sind Hornschwämme (mit ausschließlichem Sponginskelet), die sich dadurch auszeichnen, daß das Skelet ungemein elastisch ist und vollständig austrocknen kann, ohne brüchig zu werden. Die frischen Schwämme haben ein schwärzliches Aussehen; nur das von sämtlichen Weichteilen entblößte Skelet hat eine helle Farbe.

2. Die Glasschwämme (*Hexactinellidae*) sind Kieselschwämme, die durch die hervorragende Schönheit ihres einem Glasgespinnst ähnlichen Skelets ausgezeichnet sind. Eine bekannte Form dieser Gruppe ist die prachtvolle philippinische *Euplectella aspergillum* (Gießkannenschwamm), die wie die meisten ihrer Verwandten in bedeutender Tiefe lebt.

3. Die Bohrschwämme (*Vioa*) sind kleine Kieselschwämme, die sich in Kalksteine, Muschel- und Schneckenschalen — ohne Zweifel vermittelst einer chemischen Einwirkung — einzunisten vermögen; in den

von ihnen bewohnten Steinen oder Schalen (sie greifen nicht nur tote Schalen, sondern auch die Schalen lebendiger Weichtiere an) findet man ein System von Hohlräumen, die von dem Körper der Spongie ausgefüllt sind und mit der Außenwelt durch feine Löcher an der Oberfläche des Steines oder der Schale in Verbindung stehen. Die Bohrschwämme spielen eine wichtige Rolle in der Natur, indem sie Schalen und Gesteine auflösen. In den europäischen Meeren überall häufig.

4. Die Süßwasserschwämme (*Spongilla fluviatilis* und andere Arten), in den süßen Gewässern Deutschlands häufig, bilden Stöcke von verschiedener Form (ästig, klumpig etc.), die an Wasserpflanzen, Pfählen u. a. festsitzen, oft wird die äußere Form der Stöcke wesentlich durch die der Unterlage bedingt, die der Schwamm überzieht. Es ist ein Kieselschwamm mit einfachen Nadeln; im Herbst werden in großer Anzahl Gemmulae gebildet, die überwintern und sich im Frühjahr weiter entwickeln.

---

3. Kreis. **Echinoderma, Stachelhäuter.**

Die Echinodermen sind ebenso wie die Cölenteraten radiäre Tiere (vergl. S. 60 u. 163—64) und wurden in früherer Zeit mit ihnen als Strahltiere (*Radiata*) vereinigt. Sie sind aber von weit komplizierterem Baue.

Bei den Cölenteraten gehen von dem Darm häufig, wie vorhin dargestellt, Ausstülpungen aus, z. B. bei den Anthozoen in der Form größerer Säcke. Dieselben bleiben stets mit der Darmhöhle in offenem Zusammenhang; bei einigen können jedoch die Oeffnungen recht eng sein.

Bei den Echinodermen bilden sich beim ganz jungen Tier ebenfalls Ausstülpungen von der Entodermröhre, die aber hier völlig von letzterer abgeschnürt werden. Diese Ausstülpungen werden teils zu

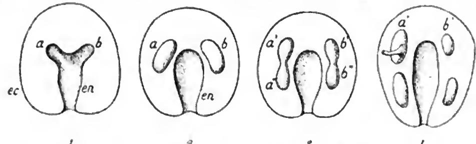


Fig. 153. Junge Echinodermenlarven; Schemata zur Erläuterung der Bildung der Cölomsäcke und des Wassergefäßsystems. *a* und *b* zwei Ausstülpungen vom Entoderm, die in *1* noch mit dem Urdarm (*en*) zusammenhängen, sich aber in *2* abgetrennt haben und in *3—4* sich in je zwei teilen, von denen *a'* zum Wassergefäßsystem, *a''* und *b''* zu den Cölomsäcken werden (*b'* geht zugrunde). In *4* geht von *a'* der Steinkanal aus. Nach Delage-Hérouard.

Cölomsäcken (vergl. S. 68), teils zu dem unten näher beschriebenen Wassergefäßsystem, das, ähnlich wie die Entodermhöhle bei Anthozoen u. a., mit hohlen, tentakelartigen Anhängen (sog. Saugfüßchen) in Verbindung steht.

Ebenso wie bei manchen Cölenteraten wandern vom Ento- und Ectoderm zahlreiche Mesenchymzellen in die Mesogloea hinein,

die sich größtenteils als Bindegewebezellen konstituieren, sich jedoch auch zu Muskelzellen ausbilden können und weiter auch Kalkkörper ausscheiden (wie auch bei manchen Cölenteraten). Ferner bildet sich zwischen den Mesenchymzellen ein Lacunensystem, ein noch herzloses Blutgefäßsystem (vergl. unten), was etwas Neues ist. Die Sonderung des Nervensystems geht auch etwas weiter als bei den Cölenteraten.

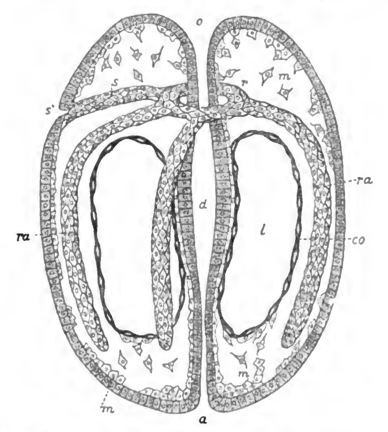


Fig. 154. Schema einer Echinodermenlarve; Längsschnitt; Wassergefäßsystem plastisch eingezeichnet. *a* After, *co* Cölomsack, *d* Darmkanal, *l* Leibeshöhle, *m* Mesenchymzellen, *r* Ring-, *ra* Radiärkanal, *s* Steinkanal, *s'* dessen Oeffnung.

Der Anschluß an die Cölenteraten ist somit nachweisbar, es hat sich aber die Abteilung in manchen Beziehungen wesentlich weiter entwickelt.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen gehen wir zur näheren Darstellung des Baues der Echinodermen über.

Die Grundzüge des allgemeinen Bauplanes bei regulär entwickelten Echinodermen sind folgende. Gewöhnlich ist die Grundzahl 5; das Tier kann durch 5 in einer Haupt- oder Mittelachse zu-

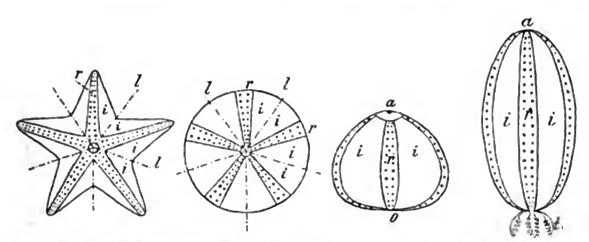


Fig. 155. Schematische Figuren zur Erläuterung des strahligen Baues der Echinodermen. *1* Seestern von unten, *2* Seeigel ebenso, *3* Seeigel von der Seite, *4* Holothurie ebenso. *a* aboraler, *o* oraler Pol, *r* Radius, *i* Interradius; *l* Linien, welche die Schnitte andeuten, durch welche die Tiere in Strahlen geteilt werden; *t* Tentakel. — Orig.

sammentreffende Schnitte in 5 ungefähr kongruente Strahlen (Antimeren) geteilt werden. Nach der verschiedenen Länge der Hauptachse hat der Körper der Echinodermen sehr verschiedene äußere Formen: ist die Hauptachse länger als die Querachsen, so wird der Körper gurken- oder wurstförmig; ist sie von derselben Länge wie die Querachsen oder wenig kürzer, so nähert sich die Körpergestalt der Kugelform; ist sie viel kürzer, so wird der Körper scheibenförmig. Alle diese verschiedenen Formen, welche durch Uebergänge miteinander verbunden sind, finden sich bei den Echinodermen vertreten. An dem einen Pol der Hauptachse liegt der Mund; dieser Pol wird als der orale, der andere als der aborale bezeichnet. Die Oberfläche des Körpers kann durch meridionale Linien (von einem Pol zum andern) in 10 Teilstücke geteilt werden; 5 derselben sind einander ähnlich und wechseln regelmäßig mit den 5 anderen ab, die ebenfalls unter sich ähnlich, aber jenen unähnlich sind. An den einen finden sich die unten näher zu beschreibenden Füßchen, die den übrigen 5 abgehen. Die mit Füßchen besetzten Teilstücke des Körpers werden als Radien, die zwischenliegenden als Interradien bezeichnet.

Der radiäre Bauplan ist nicht nur äußerlich, sondern ebenfalls in den meisten inneren Organen (vergl. unten) ausgeprägt, wenn auch niemals streng durchgeführt: immer finden sich, wenigstens in einigen Organsystemen, größere oder geringere Abweichungen. Bei manchen Formen kommen hierzu noch bedeutendere Störungen der gesamten radiären Anordnung, worüber des näheren die einzelnen Abteilungen, besonders die Seeigel, zu vergleichen sind.

Zu den charakteristischsten Zügen des Baues der Echinodermen gehört es, daß in den bindegewebigen Teilen der Körperwand fast ausnahmslos Verkalkungen von verschiedener Größe und Form auftreten. Bald sind es ganz kleine (fast mikroskopische) Kalkkörperchen, oft von zierlicher Form, kleine durchlöcherte Kalkplatten, rad- oder ankerförmige Körperchen; bald größere Platten, die miteinander beweglich verbunden sind; bald große, unbeweglich verbundene Platten. Die Kalkkörper sind durchweg porös, durchlöchert, spongiös. In den meisten Fällen sind die Verkalkungen in einem solchen Umfange vorhanden, daß sie einen ansehnlichen Teil der ganzen Masse des Körpers ausmachen; bei einer geringeren Anzahl (Holothurien) sind sie dagegen mehr untergeordnet [1]). — Die Verkalkungen finden sich übrigens nicht allein in der Körperwand, sondern können zuweilen auch anderswo im Tiere vorkommen, z. B. in der Wand des Steinkanals (vergl. unten) und am Schlund der Holothurien und Seeigel.

Die Haut ist sehr häufig äußerlich bewimpert, oft prächtig gefärbt. Mit ihr sind verschiedenartige Anhänge verbunden, von denen viele ebenso wie die Körperwand selbst innerlich verkalkt sind. Das ist z. B. bei den der Mehrzahl der Echinodermen eigenen beweglichen Stacheln [2]) der Fall, in denen die Kalkmasse ganz überwiegt (wenn auch Bindegewebe und Epidermis keineswegs an den Stacheln fehlen).

1) Die Verkalkungen liegen im Bindegewebe, das wieder von der Epidermis bedeckt ist. An Stellen, wo der Körper einer Reibung ausgesetzt ist, kann aber die genannte weiche Bedeckung abgerieben und die Verkalkung so stellenweise entblößt werden (Stachelspitzen der Seeigel, Teile der Oberfläche der Schlangensterne etc.).

2) Häufig sind die Stacheln nicht ganz einfache Gebilde, sondern gespalten etc. Solches gilt z. B. von den bei einigen Seesternen vorkommenden Paxillen, die auf dem Ende eines Schaftes eine Rosette von feinen Spitzen tragen.

Bei Seesternen und Seeigeln findet sich ferner eine eigentümliche Art von Anhängen, die sogenannten Pedicellarien (Fig. 156), zwei oder dreiästige Pinzetten, die am Ende eines kürzeren oder längeren Stieles sitzen; die Aeste der Zange enthalten je ein Kalkstück, oft mit umgebogener Spitze; auch im Stiel kann ein Kalkstab vorhanden sein. In manchen Pedicellarien sind sackförmige Giftdrüsen vorhanden, deren Secret an den Zangenspitzen hervortritt. Die Pedicellarien dienen als Verteidigungswaffen: kleinere Tiere, welche über die Oberfläche des Stachelhäuters kriechen, werden ergriffen und festgehalten, bis sie abgestorben sind; größere Angreifer werden durch die giftigen Bisse weggescheucht. Auch entfernen sie Kotpartikel und Fremdkörperchen von der Körperoberfläche.

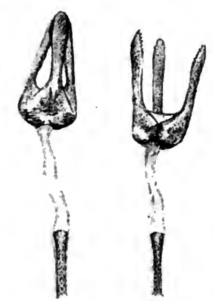


Fig. 156. Pedicellarie eines Seeigels, geschlossen und geöffnet. Proximaler Teil des Stieles nicht gezeichnet. — Orig.

Ein besonderes Interesse beanspruchen unter den Körperanhängen der Echinodermen die Saugfüßchen, feine, meistens zylindrische, weiche Anhänge, deren freies Ende entweder mit einer kleinen Saugscheibe ausgestattet oder abgerundet ist. Die Saugfüßchen wirken in verschiedener Weise. Bei manchen (Seeigeln, z. T. bei den Seesternen) können sie sich zu langen Fäden ausdehnen, die sich mit der Saugscheibe anheften und durch starke Verkürzung den Körper nach sich ziehen; in anderen Fällen wirken sie als kleine Hebel ähnlich den Beinen höherer Tiere (Seesterne z. B.) oder nur als Anheftungspunkte, während die Bewegung durch den Körper selbst ausgeführt wird (Seewalzen), was auch bei solchen Formen der Fall sein kann, deren Füßchen des Saugnapfes entbehren. Auch bei der Nahrungsaufnahme können die Füßchen in verschiedener Weise von Bedeutung sein (S. 213 u. 215); andere (saugnapflose) fungieren als Tastorgane oder als Kiemen.

Die Füßchen sind mit einer inneren Höhlung ausgestattet, die mit dem Wassergefäßsystem in Verbindung steht, einem System miteinander verbundener, mit Flüssigkeit gefüllter Röhren, die von einem Wimperepithel ausgekleidet sind. Von diesen ist zunächst der Ringkanal zu nennen, der den Darmkanal dicht an der Mundöffnung umgibt und von dem fünf Radiärkanäle ausgehen,

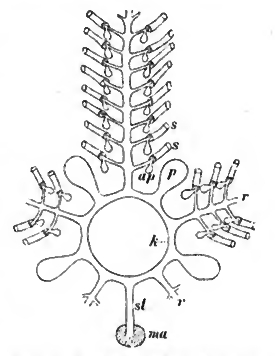


Fig. 157. Schematische Darstellung des Wassergefäßsystems eines Seesterns. *ap* Ampulle, *k* Ringkanal, *ma* Madreporenplatte, *p* Polische Blase, *r* Radiärkanal, *s* Saugfüßchen, *st* Steinkanal. — Nach Gegenbaur, geändert.

die an der Körperwand in der Mitte der Radien verlaufen und an jedes Saugfüßchen einen Ast abgeben. Der Ringkanal steht gewöhnlich mit der Außenwelt durch den sog. **Steinkanal** (der Name stammt daher, daß die Wand des Kanals oft Kalkkörperchen enthält) in Verbindung; der Steinkanal heftet sich an eine Platte der Körperwand, die **Madreporenplatte**, die von einem oder mehreren kleinen Löchern durchbohrt ist, durch die Meerwasser in die Wassergefäße aufgenommen werden kann. Am Ringkanal ist gewöhnlich eine Anzahl blasenförmiger Erweiterungen (Polischer Blasen) angebracht; ferner sind die Aeste, welche die Radiär-

Fig. 158.

Fig 159.

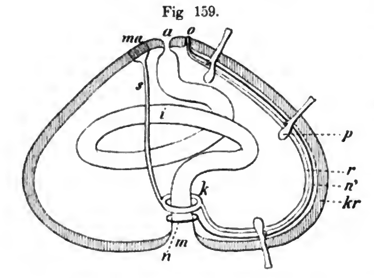


Fig. 158 und 159. Schematische Durchschnitte eines **Seesterns** und eines **Seeigels**. Die Schnitte gehen rechts durch einen Radius, links durch einen Interradius. *a* After, *i* Darm, *k* Ringkanal des Wassergefäßsystems, *kr* Leibeswand, *l* Blindschlauch des Darmes, *m* Mund, *ma* Madreporenplatte, *n* Nervenring, *n'* Radiärnerv, *o* in Fig. 158 Auge, in Fig. 159 empfindliche Hautpapille, *p* Ampulle, *r* Radiärkanal, *s* Steinkanal, *v* Skeletstücke. Die Polischen Blasen etc. sind fortgelassen. — Orig.

kanäle an die Saugfüßchen abgeben, gewöhnlich mit je einer kleinen Aussackung, **Ampulle**, versehen. Durch Zusammenziehung der Wassergefäße uud der Ampullen wird das Wasser in die Saugfüßchen hineingetrieben, und letztere werden dadurch verlängert; wenn die muskulösen Saugfüßchen sich dann wieder kontrahieren, wird das Wasser in die Kanäle zurückgetrieben [1]).

Der **Darmkanal** verhält sich bei den verschiedenen Abteilungen sehr verschieden. Wir bemerken hier nur, daß, während der Mund stets an dem einen Pol seinen Sitz hat, der (gewöhnlich vorhandene) **After** meistens in einem Interradius liegt, wenn auch bei der Mehrzahl sehr nahe dem aboralen Pol.

1) In der Flüssigkeit der Wassergefäße schwimmen ähnliche amöboide Zellen wie im Blute.

Nervensystem. Bei allen Echinodermen ist ein den Mund umgebender, aus Nervenzellen und Nervenfasern zusammengesetzter Nervenring vorhanden, von dem Nervenstämme ausgehen, die in je einem Radius verlaufen (Radiärnerven). Bei den Seesternen und Crinoideen liegen sowohl der Ring als die radiären Nervenstämme in der Epidermis, während sie bei den übrigen tiefer in den Körper hineingerückt sind.

Dem genannten „oberflächlichen oralen Nervensystem" schließt sich ein tiefliegendes orales Nervensystem an, das ungefähr die gleiche Anordnung aufweist und dem ersteren gewöhnlich dicht angelagert ist. Endlich ist bei den meisten Echinodermen noch ein aborales Nervensystem vorhanden, das bei den Seesternen und Crinoideen (bei welch letzteren es besonders stark entwickelt ist) aus radiären Nervenstämmen besteht, die von dem aboralen Pol ausstrahlen.

Von Sinnesorganen sind die bei den Seesternen an der Spitze der Arme vorhandenen kleinen Augen hervorzuheben (vergl. unten). Außerdem kommen kleine Augen bei gewissen Holothurien (*Synapta*) vor, wo sie an der Basis der Fühler ihren Platz haben. Bläschenförmige Otocysten sind nur bei einigen Seewalzen bekannt.

Das Blutgefäßsystem. Es findet sich ein den Mund umgebendes Ringgefäß, von dem Gefäße entspringen, die den Radien entlang laufen; in dieses orale Ringgefäß münden auch zwei große Gefäße, die längs des Darmes verlaufen und mit einem Gefäßnetz in der Darmwand in Verbindung stehen. Herzen fehlen.

Bei den See- und Schlangensternen findet sich ferner ein aborales Ringgefäß, das mit dem oralen in Verbindung steht; an das sie verbindende Gefäß ist das sog. Achsenorgan geknüpft, ein „lymphoides" Organ (ein Organ, in dem Blutkörperchen gebildet werden), das auch bei anderen Echinodermen gefunden wird und früher unrichtig als Herz aufgefaßt wurde.

Besondere Atmungsorgane sind gewöhnlich nur wenig entwickelt oder fehlen völlig. Sie treten in verschiedenen Formen auf: „Wasserlungen" bei den Holothurien, Rückenpapillen bei den Seesternen, buschige Kiemen nahe dem Munde der Seeigel; wir werden sie bei den einzelnen Abteilungen näher besprechen.

Besondere Excretionsorgane kennt man nicht bei den Echinodermen. In der Leibeshöhlenflüssigkeit ist Harnstoff gefunden worden, und feste Excretionsstoffe hat man durch dünnwandige Partien (z. B. durch das Kiemenepithel der Seesterne und durch die Wasserlungen der Seewalzen) auswandern sehen, ebenso wie man sie auch an gewissen Stellen des Körpers deponiert finden kann. Ohne Zweifel findet hier wie bei den Cölenteraten eine umfassende Excretion durch Haut und Darmwand statt.

Die Fortpflanzung ist mit wenigen Ausnahmen eine geschlechtliche, und im allgemeinen sind die Echinodermen getrennten Geschlechts. Die Geschlechtswerkzeuge bieten ziemlich einfache Verhältnisse dar. Hoden und Eierstöcke sind ähnlich gestaltet, können aber meistens dadurch auch ohne mikroskopische Untersuchung unterschieden werden, daß die Eierstöcke gelblich oder rötlich, die Hoden weiß sind. Meistens ist in jedem Interradius ein Hode oder Eierstock, resp. eine kleine Gruppe oder ein Paar von solchen vorhanden; zuweilen fehlen sie aber in einem oder mehreren Interradien (bei irregulären Seeigeln) oder sind sogar nur in einem einzigen vorhanden (bei den

Holothurien. Sie sind meistens sackförmig, öfters verästelt und öffnen sich in den Interradien mit je einer Oeffnung, bei einigen in der Nähe des aboralen Pols, bei anderen mehr oder weniger von diesem entfernt oder gar in der Nähe des Mundes. (Ueber die besonderen Verhältnisse der Crinoideen vergl. diese.)

Die Befruchtung findet meistens erst nach Ablage der in der Regel kleinen Eier statt. Einige wenige Echinodermen sind aber lebendiggebärend, und bei diesen erfolgt die Befruchtung natürlich im mütterlichen Körper. Bei einigen Formen findet eine Brutpflege statt in der Weise, daß die Eier außen am mütterlichen Körper entweder unter dem Schutz der Stacheln oder in besonderen Vertiefungen der Oberfläche umhergetragen werden; einige Seesterne bilden eine Art Bruthöhle für die Eier, indem sie die Arme nach unten über dieselben zusammenbiegen, etc.

Die Entwicklung der Echinodermen bietet dadurch ein besonderes Interesse dar, daß sie größtenteils eine komplizierte Metamorphose durchlaufen und dabei meist in einer Larvengestalt auftreten, die im Gegensatz zum Erwachsenen keine Spur eines radiären Baues aufweist, sondern im Gegenteil entschieden bilateral-symmetrisch ist. Die Larven lassen, wenn wir von denjenigen der Crinoideen und einzelnen anderen absehen, einen gemeinsamen Grundplan erkennen. In ihrer einfachsten Form (vergl. Fig. 160), wie wir

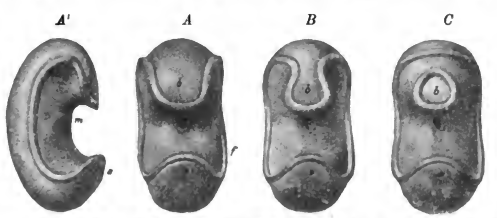


Fig. 160. Schematische Figuren der wichtigsten Larvenformen der Echinodermen (junge Larven). *A*, *B*, *C* von unten gesehen; *A'* ist *A* von der rechten Seite. *a* After *f* Wimperschnur, *m* Mund. Vergl. im übrigen den Text. — Orig.

sie bei der jungen Larve finden, ist die Echinodermenlarve rundlich, etwas länger als breit, und auf der Bauchseite mit einer sattelförmigen Vertiefung versehen. Der Rand des Sattels ist schnurförmig verdickt und mit Wimperhaaren besetzt, vermittelst deren das Tier im Wasser herumschwimmt. Die Mundöffnung hat ihren Platz vorn in der sattelförmigen Vertiefung, der After hinter dem Hinterrand der Wimperschnur. Vorn begrenzt die Wimperschnur einen hervorragenden Lappen (*b*, Fig. 160 *A*), der in einigen Fällen nur durch eine schmale Brücke mit dem übrigen nicht eingedrückten Teil der Oberfläche des Körpers zusammenhängt (Fig. 160 *B*, Seewalzen) und in anderen Fällen sogar von demselben völlig abgeschnürt ist und eine besondere, von einer kleinen Wimperschnur umsäumte Insel in dem vertieften Teil bildet (Fig. 160 *C*, Seesterne). Bei älteren Larven (Fig. 161) wird der bewimperte Rand mehr oder weniger ausgebuchtet, ja meistens sogar in

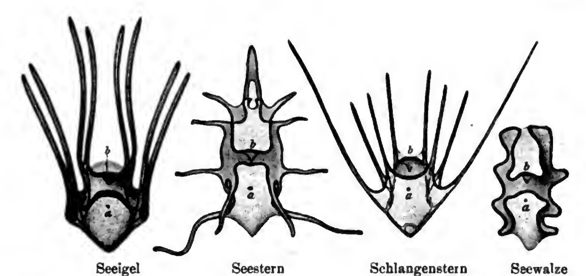


Fig. 161. Larven verschiedener Echinodermen. Die Buchstaben wie in der vorhergehenden Figur. Unterhalb von *b* sieht man den Mund. Die Wimperschnur ist als dicke dunkle Linie angegeben. — Nach versch. Verff.

lange Fortsätze oder Arme ausgezogen, die dann häufig von feinen inneren Kalkstäben gestützt werden (bei Schlangensternen und Seeigeln). Nachdem die Larve sich einige Zeit im Wasser umherbewegt hat, fängt eine Partie ihres Körpers an, sich durch eine komplizierte Umbildung in den Körper des erwachsenen Echinoderms zu verwandeln, während der übrige Teil der Larve allmählich zusammenschrumpft. Das Endresultat der Metamorphose ist ein kleines Tier, das in den Hauptzügen die Gestalt des erwachsenen besitzt, wenn es sich auch noch in manchen Beziehungen von letzterem abweichend verhält, z. B. darin, daß es eine geringere Anzahl von Saugfüßchen besitzt etc. Das so entwickelte Echinoderm wird also durch eine Umformung des Larvenkörpers gebildet, von dem größere Partien rückgebildet werden, während andere desto mehr wachsen und sich ausbilden. — Bei einem Teil der Echinodermen, besonders solchen, deren Eier sich in oder auf dem Körper des Muttertieres entwickeln, fehlt eine Metamorphose, oder diese ist weniger ausgeprägt oder in verschiedener Weise modifiziert.

Bei einigen See- und Schlangensternen mit 6 oder mehr Armen hat man eine Fortpflanzung durch Teilung beobachtet: die Scheibe wird quer durch gesprengt, so daß zwei Individuen, jedes aus einer halben Scheibe und der halben Anzahl von Armen bestehend, gebildet werden, die sich durch Regene-

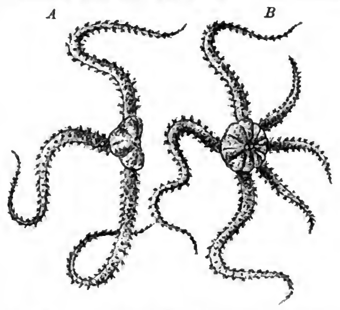


Fig. 162. *A* Schlangenstern, welcher sich querüber geteilt hat, kurz nach der Teilung. *B* derselbe, später (halbe Scheibe und drei Arme regeneriert). — Nach Lütken.

ration später vervollständigen. Andere Seesterne teilen sich in der Weise, daß sie die Arme abstoßen; aus jedem Arm (Fig. 163) bildet sich ein neues Individuum, und von der mütterlichen Scheibe sprossen an den Bruchstellen neue Arme hervor. — Während eine solche ungeschlechtliche

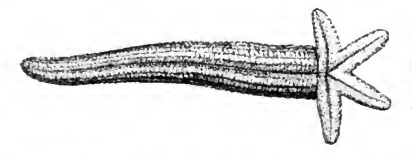


Fig. 163. Seestern (*Ophidiaster*). Ein abgelöster Arm hat angefangen, die Scheibe mit vier Armen zu reproduzieren. — Nach Haeckel, geändert.

Vermehrung nur bei der Minderzahl vorkommt, ist dagegen eine große Regenerationsfähigkeit allgemein sowohl bei See- und Schlangensternen als bei Crinoideen verbreitet: verloren gegangene Arme werden mit Leichtigkeit wieder ersetzt, sogar wenn mehrere auf einmal verloren gegangen sind, und — namentlich unter Schlangensternen — gehören Individuen, deren Arme in Regeneration begriffen sind, zu den häufigsten Vorkommnissen. — Ueber die Regeneration bei den Holothurien vergl. S. 217.

Alle Echinodermen leben im Meere, in größeren oder geringeren Tiefen; sie kriechen meistens auf dem Boden umher oder sind festsitzend; nur ausnahmsweise sind sie einer Schwimmbewegung fähig. Die Abteilung war schon in der cambrischen Formation vertreten, und wegen ihrer Häufigkeit und des gewöhnlichen Vorhandenseins eines stark entwickelten Hautskelets haben sie durch alle Erdperioden hindurch sehr zahlreiche Versteinerungen geliefert.

1. Klasse. **Crinoidea, Seelilien.**

Die Crinoideen zeichnen sich in erster Linie dadurch vor den übrigen Echinodermen aus, daß sie entweder im erwachsenen Zustande oder wenigstens in einem auf den ersten, freien Larvenzustand folgenden Jugendstadium am Meeresboden oder auf Fremdkörpern vermittelst eines Stieles festsitzen, der von der Mitte der aboralen Seite entspringt. Der eigentliche Körper ist im Verhältnis zum ganzen Umfang des Tieres von geringer Größe, auf der nach oben gewendeten oralen Seite abgeplattet, auf der entgegengesetzten Seite gewölbt; am Rande des Körpers entspringt eine Anzahl, meistens fünf oder zehn, Arme, die sich oft, zuweilen zu wiederholten Malen, gabeln; am Rande der Arme entlang entspringt jederseits eine Reihe von kurzen Seitenästen oder Fiedern, *Pinnulae*, ähnlich wie die Aeste einer Feder. Die aborale Seite sowohl des Körpers wie der Arme und der Seitenäste enthält große, dicke, dicht aneinander gefügte Kalkstücke, die in jedem Arm eine Reihe wirbelartig verbundener, beweglicher Glieder darstellen, während die dem Körper angehörigen einen Kelch bilden, in dem die Eingeweide liegen. Alle diese Kalkstücke, die einen beträchtlichen Teil des ganzen Tierkörpers ausmachen, sind Verkalkungen der aboralen Wand des Tieres. Im Stiel ist ebenfalls eine Reihe von Kalkgliedern vorhanden, die den überwiegenden Teil desselben ausmachen; auch die häufig vom Stiel entspringenden fadenförmigen (selten wurzelähnlichen, verästelten)

Ranken enthalten ähnliche Kalkglieder. Im Gegensatz zu der aboralen Seite ist die orale Seite sowohl des Körpers wie der Arme gewöhnlich weich, wenig verkalkt. In der nach oben gekehrten oralen Wand be-

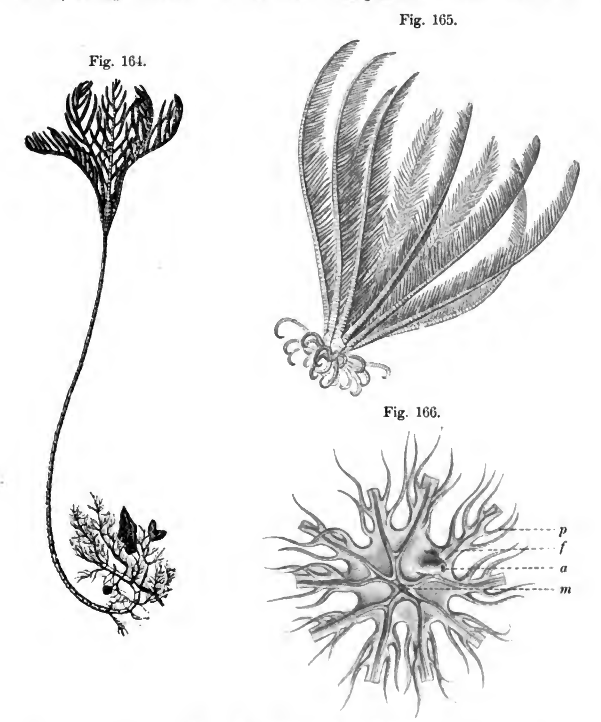


Fig. 164. *Rhizocrinus lofotensis.*
Fig. 165. Haarstern (*Antedon*).
Fig. 166. Die orale Seite eines Haarsterns; die zehn Arme sind nicht weit vom Ursprung abgeschnitten. *a* After, an der Spitze eines Fortsatzes; *f* Furche, *m* Mund, *p* Pinnula. — Orig.

findet sich in der Mitte (seltener exzentrisch) die Mundöffnung, wenig von dieser entfernt der After, an der Spitze einer kleinen kegelförmigen Röhre in einem der Interradien. Vom Munde gehen fünf radiäre bewimperte Furchen (Fig. 166) aus, die sich, wenn nur

fünf Arme vorhanden sind, ungeteilt auf letztere fortsetzen, während sie, wenn das Tier zehn Arme besitzt, sich vorher gabelförmig teilen, ebenso wie sie sich mit den Armen spalten und die Pinnulae derselben mit je einer kleinen Furche versehen. Längs der beiden Seiten der Furchen findet sich — sowohl am Körper wie auch an den Armen und den Pinnulae — eine Reihe kleiner, weicher **Füßchen** ohne Saugscheibe (sog. Tentakel). — Der **Darmkanal** ist ein gewundener

Fig. 167.

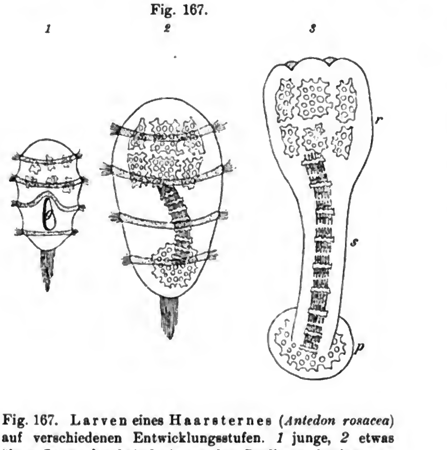


Fig. 168.

Fig. 167. **Larven eines Haarsternes** (*Antedon rosacea*) auf verschiedenen Entwicklungsstufen. *1* junge, *2* etwas ältere Larve des freischwimmenden Stadiums; im letzteren sind schon ansehnliche Teile des Skelets des Haarsterns angelegt. *3* Larve kurz nach dem Festsetzen. *g* Grube, *p* Fußscheibe, *r* Rumpf, *s* Stiel. — Nach Wyv. Thompson.

Fig. 168. **Festsitzendes Stadium** einer anderen Haarsternart (*Antedon Eschrichtii*). $^{1}/_{1}$. — Nach Levinsen.

Schlauch. Das **Wassergefäßsystem** ist dadurch ausgezeichnet, daß mehrere (oft zahlreiche) Steinkanäle vorhanden sind, die sich aber nicht nach außen, sondern in die Leibeshöhle öffnen; letztere steht aber wieder durch Poren der Leibeswand mit der Außenwelt in Verbindung. Bezüglich der **Geschlechtsorgane** ist zu bemerken, daß sich durch jeden Arm ein langer hohler Strang erstreckt, der an jede Pinnula einen Ast abgibt; diese Aeste allein entwickeln reife Eier und Samen, während die Hauptstämme steril bleiben; die Eier und der Samen werden durch kleine Oeffnungen der Pinnulae entleert; letztere sind, wenn sie reife Geschlechtsprodukte enthalten, stark angeschwollen.

Die Entwicklung ist nur für die im erwachsenen Zustande ungestielten Haarsterne (*Antedon*) bekannt. Der eiförmige Körper der neugeborenen mundlosen Larve ist mit vier Wimpergürteln und an dem hinteren Ende mit einem Wimperbüschel versehen. Nachdem diese sich einige Zeit im Wasser frei bewegt hat, setzt sie sich mit dem Hinterende fest, streckt sich in die Länge, der hintere Teil des Körpers wird verdünnt und bildet sich zum Stiel aus, während am vorderen Ende die Arme hervorsprossen. Später reißt der Körper mit den Armen vom Stiel los, und das Tier ist in seinem übrigen Leben frei.

Diejenigen Crinoideen, die gestielt sind, leben fast ausschließlich in großen Meerestiefen, während die ungestielten Formen sich meistens in seichterem Wasser in der Nähe der Küste aufhalten. Die Crinoideen ernähren sich von mikroskopischen Organismen, die durch die Wirkung der Wimperhaare der obenerwähnten Furchen in den Mund geführt werden. — In früheren Erdperioden, besonders in der Silur- und Kohlenformation, haben die Crinoideen (namentlich gestielte Formen, in den älteren Perioden bis zur Juraformation ausschließlich gestielte) eine hervorragende Rolle gespielt, weit bedeutender als in der Jetztzeit, in der sie ziemlich spärlich vertreten sind; sie traten damals sowohl in großer Individuenanzahl als auch in zahlreichen Gattungen und Arten auf.

Als Beispiele jetzt lebender erwähnen wir die folgenden:

1. *Rhizocrinus lofotensis* (Fig. 164) ist eine kleine mit dem Stiel bis 8 cm lange, langgestielte Crinoidee mit 5 (seltener 4, 6 oder 7) einfachen Armen; der Stiel ist unten mit verzweigten wurzelähnlichen Ranken versehen, mit denen er an Gegenständen auf dem Boden festgeheftet ist, während er übrigens rankenlos ist. Das Tier ist zuerst bei den Lofoten in Tiefen von 200—600 m gefunden worden, später auch an verschiedenen anderen Stellen in großen Tiefen.

2. Zur Gattung *Pentacrinus* gehören große Crinoideen mit 10 Armen, die sich wieder spalten, bei einigen zu wiederholten Malen; der kräftige Stiel ist von oben bis unten mit Wirteln gegliederter Ranken besetzt. In den Meeren der wärmeren Erdgegenden in bedeutender Tiefe.

3. Die Haarsterne (*Antedon* oder *Comatula*), Fig. 165, sind ungestielte Crinoideen mit 10 oder einer größeren Anzahl von Armen. In dem gestielten Jugendstadium besitzen sie nur an der Verbindungsstelle des Stieles und des Körpers Ranken; diese bleiben nach der Ablösung des Tieres vom Stiel am Körper und dienen dem Tiere zum Anklammern an fremde Gegenstände. Die Haarsterne sitzen meistens ruhig da mit ausgestreckten Armen, welche sie über die orale Seite zusammenrollen, wenn sie beunruhigt werden. Zeitweilig kriechen sie umher oder schwimmen sogar, indem sie die Arme alle auf einmal heben und senken. Im Mittelmeer und im Atlantischen Meer lebt *A. rosacea*.

2. Klasse. **Asteroidea, Seesterne.**

Der abgeplattete Körper besteht aus einer Scheibe und meist fünf, seltener mehr, von dieser entspringenden unverzweigten Armen, die am Grunde, wo sie miteinander zusammenstoßen, am breitesten sind, während sie nach der Spitze zu schmäler werden. Scheibe und Arme gehen ohne Grenze ineinander über. Die Länge der letzteren ist sehr verschieden; während sie bei einigen vielmals länger sind als

die Scheibe breit, sind sie bei anderen nur eben angedeutet, so daß das ganze Tier als eine fünfeckige Platte erscheint; zwischen diesen Extremen gibt es alle möglichen Zwischenformen.

Die Mundöffnung findet sich in der Mitte der Unterseite; ungefähr in der Mitte der Rückenseite liegt der kleine After, streng genommen jedoch nicht im aboralen Pol, sondern in einem Interradius (Fig. 169). Bisweilen fehlt der After. Die siebartig durchlöcherte

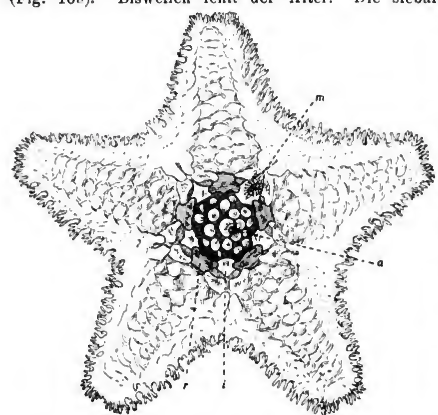


Fig. 169. Seestern von der Oberseite gesehen; die Haut des Tieres ist durchsichtig gemacht, so daß man die Platten sieht. *a* After, der etwas von der Mitte entfernt in einem Interradius liegt (eine Platte liegt im Zentrum des Tieres). *r* und *i* zehn Platten, die einen Kreis um die Partie bilden, in welcher der After liegt, *i* interradiäre, *r* radiäre Platte; *m* Madreporenplatte (eine speziell ausgebildete der Platten *i*). — Orig.

Madreporenplatte liegt ebenfalls auf dem Rücken in einem der Interradien. Längs der Unterseite jedes Armes verläuft eine Rinne, die sich auch auf der Unterseite der Körperscheibe bis zum Mund fortsetzt; in dieser Rinne sitzen die Saugfüßchen, in der Regel in zwei (seltener in vier) Reihen geordnet; sie sind an der Spitze gewöhnlich mit je einer Saugscheibe versehen. An dem äußersten Ende der Rinne sitzt ein unpaares Saugfüßchen ohne Saugscheibe, das auf seiner Unterseite dicht am Grunde Sehorgane trägt: entweder ein zusammenhän-

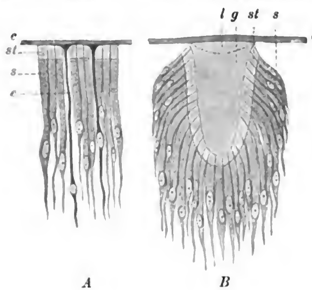


Fig. 170. *A* Stückchen einer mit Sehzellen ausgestatteten Epidermispartie eines Seesterns. — *B* Auge eines Seesterns. Schnitte. — *c* Cuticula, *e* Epidermiszelle (sog. Stützzelle), *g* Gallertmasse der Augengrube, *l* Linse (kann fehlen), *s* Sehzelle, *st* Sehstäbchen. — Nach W. Pfeffer.

gendes Kissen von Sehzellen (Fig. 170 *A*) oder (gewöhnlicher) zahlreiche (bis ein paar Hundert) kleine rote Augen (*B*), die aus je einer kleinen grubenförmigen Epidermispartie mit Sehzellen bestehen; da die Spitze der Arme aufwärts gebogen wird, kehren sich die Augen trotz ihrer Lage an der Unterseite des Tieres dennoch nach oben. Auf der Rückenseite fehlen Saugfüßchen völlig. Die Geschlechtsöffnungen finden sich meistens auf der Rückenseite der Scheibe (seltener auf der Bauchseite, Fig. 172 *A*), zwei Oeffnungen [1]) in jedem Interradius. Die Körperwand ist namentlich auf der Unterseite stark verkalkt; hier findet sich oberhalb der oben erwähnten Rinne eine Reihe beweglich verbundener jochförmiger Kalkstücke; jedes derselben besteht übrigens aus einem Paar eng verbundener Verkalkungen. In der Rinne (nach außen von den Kalkstücken) liegt das radiäre Wassergefäß und der Radiärnerv. Die Oberseite des Körpers ist weniger stark verkalkt; auf dieser finden sich zahlreiche feine dünnwandige Ausstülpungen der Körperwand, die man als Kiemen ansieht (sie stehen nicht mit dem Wassergefäßsystem in Verbindung und enhalten auch keine Blutgefäße); auf der Oberseite, am Rande der Arme und auf der Unterseite bis zum Rande der Rinne finden sich oft zahlreiche, bewegliche oder unbewegliche Stacheln und ungestielte oder kurzgestielte Pedicellarien.

Von den inneren Organen ist besonders der Darmkanal eigenartig. Die unbewaffnete Mundöffnung führt in eine geräumige Darmhöhle von rundlicher Form und mit stark gefalteten Wänden, den sog. Magen. Von diesem entspringen 10 [2]) lange, mit Nebenästen versehene drüsige Blindschläuche (Leber), die sich zu je zweien in die Arme hinein erstrecken (zuweilen entspringen sie paarweise miteinander verbunden vom Magen). Ein Kreis

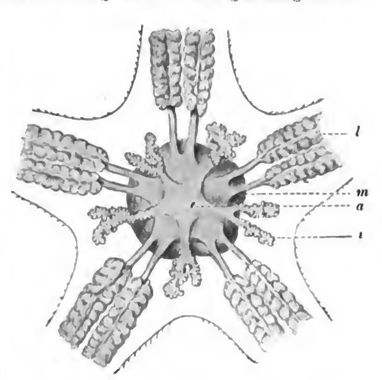


Fig. 171. Seestern mit eingezeichnetem Darmkanal, von oben gesehen; die Arme abgeschnitten. *a* After, *i* interradiärer Blindschlauch, *l* Leberblindschlauch (sein Ende abgeschnitten), *m* Magen.

von kürzeren (ebenfalls drüsigen) Blindschläuchen (Fig. 171, *i*) entspringt vom Magen oberhalb der größeren, näher dem After.

Um größere Beute, Muscheln, Seeigel etc. zu bewältigen, stülpen die Seesterne ihren Magen aus der Mundöffnung heraus und bedecken

1) Seltener zwei Gruppen kleiner Oeffnungen.

2) Bei Formen mit fünf Armen; bei einer größeren Anzahl ist eine entsprechend größere Anzahl von Schläuchen vorhanden.

damit die Beute; durch Einwirkung der Verdauungssäfte wird diese getötet, ihre Weichteile werden aufgelöst und von dem ausgestülpten Magen aufgesogen; kleinere Beute wird ganz in den (nicht ausgestülpten) Magen aufgenommen, die unverdaulichen Teile (Schalen z. B.) werden durch den Mund wieder ausgestoßen (der After spielt nur eine untergeordnete Rolle).

Die Seesterne bilden eine sehr artenreiche, in allen Meeren vertretene Abteilung; als Beispiele führen wir folgende an:

1. *Asterias rubens* ist ein fünfarmiger Seestern mit vierzeilig angeordneten Saugfüßchen, die je eine Saugscheibe besitzen. Sehr gemein vom Strande bis in recht ansehnliche Tiefen in den nordeuropäischen Meeren. Den Austernbänken sehr schädlich; das Tier verursacht auch dadurch bedeutenden Schaden, daß es die in Netzen oder mit der Angel gefangenen Fische auffrißt. Die Exemplare des tieferen Wassers erreichen eine Breite von 50 cm, die des Strandes sind viel kleiner.

2. *Solaster*. Seesterne von ansehnlicher Größe mit einer größeren Anzahl, ca. 10, Armen; Saugfüßchen mit Scheibe, in 2 Reihen. In den nordeuropäischen Meeren.

3. Klasse. Ophiuroidea, Schlangensterne.

Die Schlangensterne haben einen ähnlichen scheibenförmigen mit Armen versehenen Körper wie die Seesterne, und die Saugfüßchen sind ebenfalls nur an der nach unten gekehrten Seite entwickelt.

Die Arme (gewöhnlich fünf) verhalten sich meistens in folgender Weise. Sie sind schmal, fast peitschenförmig und auf der Oberseite

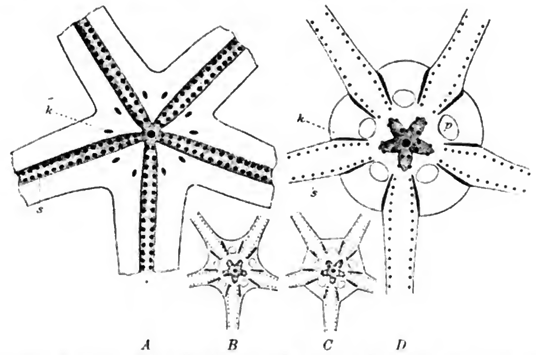


Fig. 172. Schemata, *A* eines Seesterns, *B*—*D* verschiedener Schlangensterne, *D* das gewöhnliche Verhalten, *B* dasjenige, das dem der Seesterne am nächsten steht. Von unten gesehen; die Arme größtenteils abgeschnitten. Der schwarze Fleck in der Mitte ist der Mund; die Furchen sind dunkel gehalten. *k* in *A* Geschlechtsöffnung, in *D* Eingang zu einer Bursa, *p* Platte, *s* gibt den Ort eines Saugfüßchens an (die Saugfüßchen selbst sind weggenommen). — Orig.

meistens dadurch von der Scheibe abgegrenzt, daß die Oberfläche beider verschieden aussieht; auf der Unterseite sieht es aus, als ob sie in die Scheibe hinein gesteckt wären, weil die charakteristische Unterseite der Arme sich als ein Streifen in die Scheibenunterseite hinein fortsetzt. Weiter ist der Winkel, wo die Arme bei den Seesternen an ihrer Basis zusammentreffen, hier durch eine rundliche Einbuchtung (Fig. 172 *B*) oder durch einen geraden abgeschnittenen Rand (*C*) oder sehr häufig sogar durch eine Ausbuchtung (*D*) der Scheibe vertreten, die Arme dadurch scheinbar auseinander gerückt. Von den Furchen an der Unterseite der Arme und der Körperscheibe der Seesterne ist hier nur derjenige Teil übrig, der dem Zentrum des Tieres am nächsten liegt, wo sie zusammen eine sternförmige Vertiefung bilden, in der die innersten Saugfüßchen ihren Platz haben; sonst sind die Furchen ganz verstrichen, und die Saugfüßchen (die scheibenlos sind) entspringen einfach von der Oberfläche. Die Mitte der Unterseite der Arme, wo bei den Seesternen die Furche verläuft, ist bei den Schlangensternen mit Kalkplatten versehen, die außerhalb des radiären Wassergefäßes und des Radiärnerven liegen, während einwärts von demselben ebensolche wirbelartige Kalkstücke wie bei den Seesternen vorhanden sind; letztere sind hier etwas anders ausgebildet als bei den Seesternen und füllen den größten Teil des Armes aus (Fig. 174). Die Beweglichkeit der Arme ist sehr groß; namentlich können sie sich, was bei den Seesternen nur in beschränkterem Maße der Fall ist, seitlich wurmartig stark schlängeln und bewirken dadurch die Fort-

Fig. 173. Fig. 174.

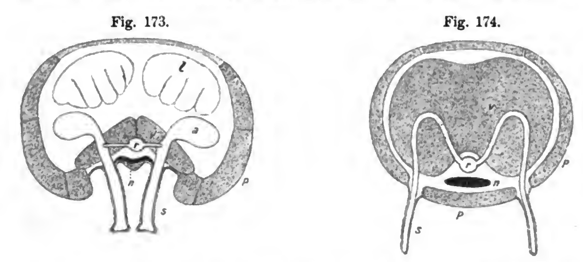


Fig. 173. Querschnitt des Armes eines Seesterns. *a* Ampulle, *l* Leberblindschlauch, *n* Radiärnerv (schwarz gezeichnet), *p* Kalkplatte der Leibeswand, *r* Radiärkanal des Wassergefäßsystems, *s* Saugfüßchen, *v* jochförmiges Kalkstück oberhalb *r*.
Fig. 174. Querschnitt des Armes eines Schlangensterns. *n* Radiärnerv, *p* Kalkplatte, *r* Radiärkanal, *s* Füßchen, *v* wirbelartiger Kalkkörper (vergl. Fig. 173).

bewegung des Tieres. Der kreisrunde Mund liegt in der oben erwähnten sternförmigen Vertiefung, deren vorspringende Ecken mit zahnähnlichen Stacheln versehen sind. Der Magen ist ein weiter Sack, der die Körperscheibe größtenteils ausfüllt; größere Blindsäcke fehlen, nur kurze Ausbuchtungen (die sich nicht in die Arme erstrecken) sind vorhanden. Ein After fehlt. In einer Platte (der Madreporenplatte) dicht beim Munde liegt die Oeffnung oder die Oeffnungen des Steinkanals. Auf der Unterseite der Scheibe finden sich an der

Basis der Arme zehn enge Spalten, die in ebenso viele Säcke, *Bursae*, hineinführen[1]). Die Bursae sind bewimpert, es strömt in sie Wasser ein und aus, so daß sie als Atmungsorgane fungieren können. An deren Wand sind die Geschlechtsorgane angebracht, Eier und Same werden in die Säcke entleert und verlassen durch die Spalten den Körper. Augen, Pedicellarien und Kiemen fehlen.

Die Schlangensterne, die nicht imstande sind, den Magen hervorzustülpen, ernähren sich von toten Körpern oder von Tieren, die keinen Widerstand leisten können; ihre Beute können sie mittels der sehr beweglichen Arme zum Mund führen.

1. Echte Schlangensterne (Gattung *Ophiura* u. a.), mit 5 (selten einer größeren Anzahl) ungespaltenen Armen, sind in allen Meeren, auch in denjenigen des nördlichen Europa, in zahlreichen, einander recht ähnlichen Arten vertreten. Einige sind mehr stachelig, andere glatter. Man findet sie öfters mit ihren Armen an fremden Gegenständen angeklammert.

2. Die Medusenköpfe (*Astrophyton*) unterscheiden sich u. a. dadurch von den echten Schlangensternen, daß die 5 Arme, die gegen die Mundöffnung hin zusammengebogen werden können, reich verzweigt sind. Ihr Hautskelet ist etwas weniger entwickelt als das der echten Schlangensterne, und sie sind imstande, sich ähnlich wie die Haarsterne schwimmend fortzubewegen. Sie erreichen eine ansehnliche Größe. Arten dieser Gattung finden sich auch in europäischen Meeren, aber viel weniger häufig als die vorigen.

4. Klasse. **Echinoidea, Seeigel.**

Der Körper der Seeigel ist stets armlos; die Hauptachse ist in der Regel in Vergleich mit derjenigen der Seesterne verlängert, manchmal fast ebenso lang wie die Seitenachsen, so daß der Körper kugelig wird, meistens aber kürzer als diese; seltener ist der Körper scheibenförmig. Die Saugfüßchenreihen erstrecken sich vom Mundpol bis fast an den aboralen Pol.

Der größte Teil der Körperwand ist mit einem zusammenhängenden Skelet unbeweglich verbundener Kalkplatten versehen. Bei den sog. regulären Seeigeln, deren Körper in der Regel ungefähr kreisrund ist (die Querachsen von gleicher Länge), finden sich von derartigen Platten 20 Reihen, die wie Meridiane in der Richtung von einem Ende der Hauptachse zum anderen gehen. Zehn dieser Plattenreihen tragen feine Poren, jede Platte ein oder mehrere Paare[2]), jedem Porenpaar entspricht ein Saugfüßchen. In jedem Radius liegen zwei Reihen dieser Porenplatten oder Ambulacralplatten, während in jedem Interradius zwei Reihen sog. Zwischenplatten oder Interambulacralplatten angebracht sind. Letztere sind öfters breiter als die Porenplatten und ebenso wie diese mit größeren oder kleineren, ungefähr halbkugeligen Höckern (Fig. 177) besetzt, die je eine kleinere, warzenförmige, glatte Erhebung tragen; die größten Höcker befinden sich auf den stets porenlosen Zwischenplatten. Die

1) Bisweilen ist die doppelte Anzahl Spalten vorhanden, indem jede durch eine Querbrücke in zwei geteilt ist; die Anzahl der Säcke bleibt aber dieselbe.

2) Die Porenplatten enthalten ursprünglich nur je ein Porenpaar; infolge einer Verschmelzung mehrerer Platten findet man aber bei den meisten regulären Seeigeln Platten mit mehreren Porenpaaren.

oberen Enden der genannten zwanzig Plattenreihen grenzen an einen Kreis von zehn, fünf größeren und fünf kleineren, Scheitelplatten, die mit jenen unbeweglich verbunden sind; in jedem Interradius liegt eine der größeren, in jedem Radius eine der kleineren Platten. Jede der größeren ist von der Ausmündungsöffnung einer Geschlechtsdrüse

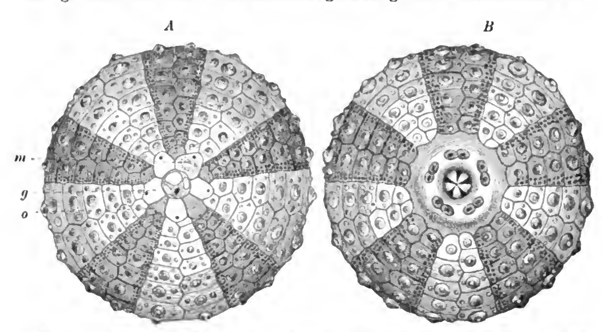


Fig. 175. Schale eines regulären Seeigels, *Toxopneustes droebachiensis* (junges Exemplar, vergr.), von oben (*A*) und von unten (*B*). Die Radien sind dunkel gehalten. *g* Genitalplatte, *m* Madreporenplatte, *o* Ocellarplatte. In der Mitte von *A* sieht man das Afterfeld mit dem After. — Orig.

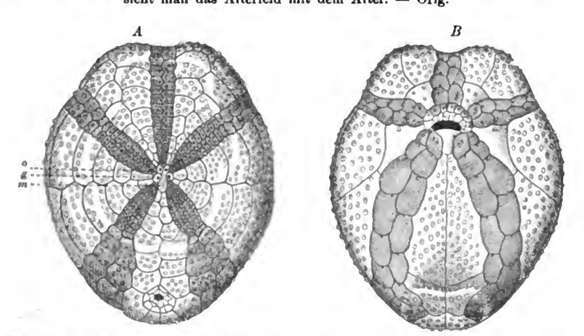


Fig. 176. Schale eines irregulären Seeigels, *Brissopsis lyrifera* (junges Exemplar, vergr.), von oben (*A*) und von unten (*B*). Unten in *A* sieht man das Afterfeld. — Orig.

durchbohrt, sie werden deshalb als Genitalplatten bezeichnet; eine von diesen ist größer als die übrigen und enthält außer der Geschlechtsöffnung noch eine Menge ganz feiner Löcher, durch welche der an diese Platte sich anheftende Steinkanal sich öffnet: die Madreporen-

platte. Die fünf kleineren Platten sind ebenfalls mit je einer Oeffnung versehen, die kleiner ist als die Geschlechtsöffnungen und durch die das Ende des Radiärkanals des Wassergefäßsystems und das Ende des Radiärnerven in eine gewöhnlich niedrige Hautpapille (terminales Füßchen) hinaustreten. Diese Platten werden als Ocellarplatten bezeichnet, weil man früher gemeint hat, an jeder derselben wäre ein Auge vorhanden. Die Scheitelplatten umgeben ein kleines, weicheres Feld, das Afterfeld, in dem die Afteröffnung, übrigens meistens nicht genau in der Mitte, sondern etwas exzentrisch, ihren Platz hat und das mit kleineren, beweglich verbundenen Kalkplatten versehen ist. Die unteren Enden der Plattenreihen umgeben ein größeres Feld, das Mundfeld, das ebenfalls kein zusammenhängendes Skelet besitzt; in der Mitte dieses weicheren, mehr oder weniger reichlich mit größeren oder kleineren Kalkplatten versehenen Gebietes findet sich die Mundöffnung.

In der beschriebenen Weise verhalten sich die Platten der Körperwand bei den vorzugsweise regelmäßigen Seeigeln. Von diesem Typus können nun andere, weniger regelmäßige abgeleitet werden. Eine leichte Abweichung finden wir bei gewissen Seeigeln, die noch zu den „regulären" gehören; sie besteht darin, daß die Schale, statt kreisrund zu sein, oval ist, während die Verhältnisse im übrigen die oben beschriebenen sind (Gattung *Echinometra*). Bei den sog. irregulären Seeigeln sind die Abweichungen größer; hier ist das ganze Afterfeld mit dem After aus dem Kreis der Scheitelplatten heraus in einen der Interradien gerückt und erhält seinen Platz zwischen zwei Reihen von Zwischenplatten in geringerem oder größerem Abstand vom Scheitel, zuweilen sogar in der Nähe des Mundfeldes; die Scheitelplatten schließen dann oben zusammen; der regelmäßige Bau der Schale kann im übrigen fast vollständig erhalten, die Form sogar kreisrund bleiben. Derjenige Interradius, in dem das Afterfeld liegt, wird als der hintere bezeichnet. Größer ist die Störung der radiären Anordnung, wenn, wie es bei vielen irregulären Seeigeln der Fall ist (Fig. 176 *B*), der Mund nicht mehr im Mittelpunkt der Unterseite liegt, sondern nach vorn rückt; dies hat einen wesentlichen Einfluß auf den ganzen Bauplan, indem der Mund nicht etwa in einen Radius hineinrückt, sondern seinen Platz in dem unteren Pol der Hauptachse behauptet, dessen Lage nach vorn verschoben ist: für sämtliche Radien und Interradien ist der Mund noch immer der untere Sammelpunkt. Hieraus müssen sich notwendigerweise bedeutende Aenderungen ergeben; sowohl die Radien wie die Interradien entwickeln sich wesentlich verschieden (vergl. Fig. 176 *B*). Es mag aber hervorgehoben werden, daß wir noch immer dieselben 20 Plattenreihen wie bei den regulären vorfinden; und auch die Ocellar- und Genitalplatten bewahren wesentlich die ursprünglichen Verhältnisse, abgesehen davon, daß bei der Mehrzahl der irregulären nur vier (oder gar eine geringere Anzahl) Genitalplatten vorhanden sind. — Zu den schon erwähnten Abweichungen kommt bei den meisten irregulären Seeigeln noch (vergl. Fig. 176), daß die Porenplatten an der Oberseite der Schale anders als an der Unterseite entwickelt sind (Verschiedenheiten der zugehörigen Saugfüßchen entsprechend, vergl. unten); manchmal sind auch die Porenplatten des vorderen Radius von den übrigen abweichend.

Den kleinen glatten Warzen der oben erwähnten Höcker, die in großer Zahl die Schalenoberfläche bedecken, sind bewegliche Kalk-

stacheln eingelenkt, an deren unteren Teil — d. h. bis an eine ringförmige Verdickung unten an ihnen — ein Kragen von Muskelzellen sich anheftet, die von dem Höcker (und den angrenzenden Teilen der Schalenoberfläche) entspringen und durch ihre Kontraktionen die Stacheln nach verschiedenen Richtungen bewegen. Die Stacheln erreichen bei den regulären Seeigeln meistens eine ansehnliche Entwicklung, bei einigen werden sie sogar ungemein lang und dick und dienen dann als wichtige Bewegungswerkzeuge neben den Saugfüßchen; bei den irregulären bleiben sie dagegen kleiner und dünner, sind sogar oft borstenförmig. Uebrigens sind keineswegs alle Stacheln bei demselben Seeigel von gleicher Größe; bei den mit großen Stacheln versehenen sind auch kleinere, ja sogar ganz kleine vorhanden. Die Stacheln sind gerade, im Querschnitt rundlich; es können aber auch gebogene und abgeplattete Formen vorkommen. Ebenso wie die Schale aus Verkalkungen in der Körperwand besteht, sind diese Stacheln Verkalkungen in Anhängen der Körperwand und ebenso wie die Schale mit einem weichen Ueberzug bekleidet, der jedoch an ihrer Spitze oft abgenutzt wird[1]. — Der Schale sind auch (vergl. S. 197 und Fig. 156) gestielte oder ungestielte Pedicellarien eingelenkt.

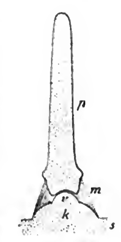


Fig. 177. Längsschnitt des Stachels eines Seeigels, schematisiert. *s* Schale, *k* Höcker, *r* warzenförmige Erhebung desselben, *p* Stachel, *m* Muskel. (Epidermis weggelassen). — Orig.

Die Saugfüßchen sind bei den regulären Seeigeln meistens an demselben Tiere sämtlich gleichgebildet, am Ende mit einer Saugscheibe versehen, die von einer durchlöcherten Kalkplatte gestützt ist; seltener sind die Saugfüßchen der Rückenseite etwas von den übrigen abweichend, zugespitzt und zusammengedrückt. Bei manchen irregulären Seeigeln treten die Füßchen dagegen in mehreren verschiedenen Formen auf: 1. als wirkliche, mit einer Scheibe versehene Saugfüßchen; 2. ähnlich, aber am Ende abgerundet; 3. als Mundfüßchen, kurze starke Füßchen um den Mund herum, besenförmig, mit zahlreichen keulenförmigen Fäden am Ende, die klebrig sind und Schlammpartikelchen etc. dem Munde zuführen; 4. als Kiemenfüßchen, d. h. blattförmige, am Rande eingeschnittene Anhänge (auf der Rückenseite).

Der Mund ist bei den regulären und bei einer Anzahl irregulärer Seeigel (Clypeastriden) mit einem Kreise von fünf interradiär gelagerten, sehr kräftigen Kalkzähnen bewaffnet, die von einem ziemlich komplizierten Gerüst von Kalkstückchen, der sog. Laterne des Aristoteles, getragen werden. Die Zähne werden analog den Vorderzähnen der Nager am freien Ende abgenutzt, während sie am anderen Ende stetig wachsen[2]. Die Mehrzahl der irregulären Seeigel (Spatangiden) sind vollständig zahnlos (Sandfresser). — Der Darmkanal ist ein langes, zylindrisches, stark gewundenes Rohr, welches das Schaleninnere zum großen Teil ausfüllt. Ueber die Lage des Afters ist oben gesprochen worden.

Ein sehr eigenartiges Gebilde ist der sog. Nebendarm, der bei

1) An sehr großen Stacheln ist der weiche Ueberzug oft nur an der Basis vorhanden.

2) Diese Zähne dürften als an einem Ende — ähnlich den oben genannten Stacheln — entblößte Hautverkalkungen aufzufassen, also ebenso wie die anderen Verkalkungen der Echinodermen im Bindegewebe gebildet sein.

den meisten Seeigeln vorhanden ist. Dies ist ein feiner Kanal, der an einem Teile des Darmkanals entlang läuft und an beiden Enden in diesen einmündet. Bei einigen Formen fehlt er, und statt dessen ist der Darm an seiner Innenseite mit einer Längsrinne versehen. Durch Abschnürung einer solchen Rinne können wir uns den Nebendarm entstanden denken.

Das Mundfeld trägt bei den meisten regulären Seeigeln dicht am Rande der festen Schale zehn Kiemen, verzweigte, buschige Ausstülpungen der Körperwand. Bei den übrigen fehlen solche.

An der Unterseite der Schale in der Nähe des Mundfeldes sind auf den Porenplatten der meisten Seeigel einige ungefähr kugelige, kurzgestielte Körperchen eingelenkt, die ein Kalkskelet von glasartig glänzendem Aussehen enthalten. Diese sog. Sphäridien sind wahrscheinlich Sinnesorgane, vielleicht Geschmackswerkzeuge.

Die Seeigel leben in zahlreichen Gattungen und Arten in allen Meeren. — Auch in früheren Erdperioden waren sie reichlich vertreten. Die regulären Seeigel sind geologisch älter als die irregulären. Die ältesten der regulären Seeigel besitzen meist eine größere Anzahl Plattenreihen als zwanzig.

Von einem Seestern mit nur angedeuteten Armen kann der Seeigel-Typus folgendermaßen abgeleitet werden (Fig. 178): Die fünfeckige Scheibe hat sich verdickt und ist kreisrund geworden, und — hierauf ist besonders Gewicht zu legen — die ganze Rückenfläche des Seesterns hat sich zusammengezogen zu einer kleinen Partie, die den aboralen Pol umgibt, so daß die weitaus größere Partie der Oberfläche des Seeigels durch den nach unten gekehrten Teil der Seesternoberfläche gebildet wird. Das hat zur Folge, daß die Enden der Saugfußreihen und die Geschlechtsöffnungen nicht weit von dem aboralen Pol zu liegen kommen. Dem unpaaren augentragenden Saugfüßchen der Seesterne entspricht die an der „Ocellarplatte“ befindliche nervöse Hautpapille. — Die Oberseite eines abgeplatteten Seeigels entspricht somit nicht der Oberseite eines Seesterns, sondern der Oberseite + einem Teil der Unterseite (vergl. Fig. 178, 1 und 4).

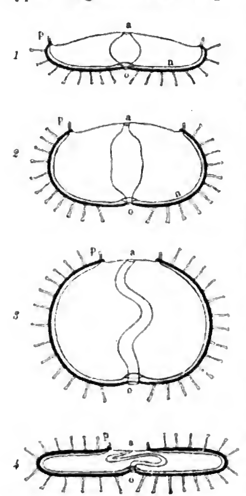


Fig. 178. Schematische Schnitte durch verschiedene Stachelhäuter; der Schnitt geht beiderseits durch einen Radius. *1* Seestern, *2* Uebergangsform zwischen Seestern und Seeigel, *3* Seeigel, *4* abgeplatteter Seeigel. *a* After, *n* Radiärnerv, *o* Mundöffnung; *p* in *1* augentragende Papille, in *3—4* die Hautpapille, in welche der Radiärnerv ausläuft. Die Saugfüßchen-tragende Partie ist durch eine starke Linie bezeichnet. — Orig. Schema.

1. Ordnung. **Echinoidea regularia, reguläre Seeigel.**

Afterfeld am aboralen Pol. Körper in der Regel ungefähr kreisrund. Stacheln kräftig. Zähne vorhanden. Kiemen meistens entwickelt.

Die regulären Seeigel ernähren sich teils in der Weise, daß sie vermittelst ihrer Saugfüßchen andere Tiere, z. B. größere Krebstiere, einfangen, teils werden Bryozoen- und Hydroidenstöcke und ähnliche mitsamt dem auf ihnen vorhandenen kleineren Tierleben, ferner auch Algenbüschel von ihnen abgeweidet. Einige nagen mit den Zähnen kleine Höhlungen in Felsen und nehmen in denselben ihren Aufenthalt.

Als Beispiele nennen wir: *Cidaris* mit langen, kräftigen Stacheln, kiemenlos; *Echinus* mit kleineren Stacheln (mit ihm ist der in Fig. 175 abgebildete *Toxopneustes* nahe verwandt); *Echinometra* mit ovaler Schale. — Von den übrigen Seeigeln weichen die Gatt. *Asthenosoma* u. a. dadurch ab, daß die Skeletplatten einander mit den Rändern schuppenartig decken und beweglich verbunden sind.

2. Ordnung. **Echinoidea irregularia, irreguläre Seeigel.**

Afterfeld in einen Interradius gerückt. Körper kreisrund oder (häufiger) oval. Stacheln klein, öfters borstenförmig. Meistens zahnlos, Kiemen fehlen.

1. Die Schildigel oder Clypeastriden (Gatt. *Clypeaster* u. a.) weichen durch das Vorhandensein einer Laterne mit Zähnen von den übrigen Irregulären ab. Schale dickwandig; Mund unten in der Mitte. Fast nur in außereuropäischen Meeren.

2. Die Herzigel oder Spatangiden (Gatt. *Spatangus* u. a.) sind zahnlos, Schale meistens dünn, Mund nach vorn gerückt. Ernähren sich durch Aufnahme des Bodenmaterials in ihren Darmkanal. Mehrere Arten in der Nordsee, darunter die in Fig. 176 abgebildete *Brissopsis lyrifera*.

5. Klasse. **Holothurioidea, Seewalzen.**

Die Hauptachse ist bei den Holothurien immer länger als die Seitenachsen, meistens sogar mehrmals so lang wie diese, so daß der Körper gurken-, wurst- oder wurmförmig wird. Hiermit hängt es auch zusammen, daß die Holothurien nicht wie die übrigen Echinodermen auf einem Ende der Hauptachse, sondern auf der einen Seite des Körpers ruhen; öfters ist infolgedessen eine Seite besonders entwickelt oder sogar abgeplattet (Fig. 180), wodurch der strahlige Typus äußerlich mehr oder weniger gestört wird; die Seite, auf der das Tier ruht, wird als Bauchseite, die entgegengesetzte als Rückenseite bezeichnet.

Ein anderes für die Holothurien sehr charakteristisches Verhältnis ist die Weichheit der Körperwand: diese ist zwar ebenso wie bei anderen Echinodermen mit Verkalkungen ausgestattet, die aber meistens nicht einen solchen Umfang erreichen, daß man von einem Hautskelet reden könnte. Die Verkalkungen der Haut erscheinen in der Regel als sehr kleine, meist sogar mikroskopische Körperchen von verschiedener, oft zierlicher Form, anker- oder radförmig etc.; in einigen Fällen sind sie größer, schuppenförmig, hervorragend. Den vordersten Teil des Darmkanals umgibt jedoch eine Anzahl (gewöhnlich zehn) größerer Kalkplatten, die einen Kalkring bilden, der verschiedenen Muskeln zum Ursprung dient. — Die Leibeswand ist mit einer äußeren Quermuskellage und einer inneren Längsmuskellage versehen, welch letztere aus fünf weit getrennten Längsbändern besteht.

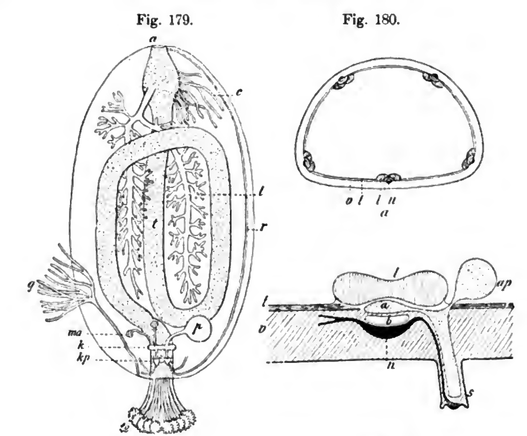


Fig. 179. Schema einer Holothurie; die Körperwand ist aufgeschnitten und ausgebreitet. *a* After, *c* Cuviersche Organe, *g* Geschlechtsorgan, *k* Ringkanal des Wassergefäßsystems, *kp* Kalkring, *l* Wasserlunge, *ma* Madreporenplatte, *p* Polische Blase. *r* radiäres Wassergefäß, *t* Darm, *te* Fühler. — Nach Ludwig, geändert.

Fig. 180. Querschnitt der Körperwand einer Holothurie, schematisch. *a* radiäres Wassergefäß, *l* Längsmuskel, *n* Radiärnerv (der weiße Fleck oberhalb *n* ist das radiäre Blutgefäß), *t* Quermuskelschicht, *v* Körperwand. — Nach Ludwig.

Fig. 181. Querschnitt durch einen Radius der Körperwand einer Holothurie. *ap* Ampulle, *b* radiäres Blutgefäß, *s* Saugfuß; übrige Buchstaben wie in der vorigen Figur. — Nach Ludwig.

Die Saugfüßchen sitzen bei einigen Holothurien in fünf radiären Längsstreifen (Fig. 155, 4), also in ähnlicher Weise wie bei den Seeigeln; bei anderen sind sie mehr unregelmäßig über den ganzen Körper zerstreut. Bei einigen verhalten sich die Saugfüßchen der Rückenseite von denjenigen der Bauchseite darin abweichend, daß ihnen eine Saugscheibe fehlt, während letztere eine solche besitzen; bei einigen fehlen die Saugfüßchen der Rückenseite. Gewisse Holothurien entbehren sogar völlig der Saugfüßchen.

Der Mund ist von einem Kreis von Fühlern oder Tentakeln (10—30) umgeben, die in der Regel verästelt sind (gefiedert, baumförmig etc.). Die Fühler sind hohl und stehen in derselben Weise wie die Saugfüßchen mit dem Wassergefäßsystem in Verbindung; in jeden Fühler tritt ein großer Kanal, der von einem Radiärkanal (selten direkt vom Ringkanal) entspringt und häufig mit einer Ampulle versehen ist. Ohne Zweifel sind die Fühler demnach als besonders stark und abweichend ausgebildete Saugfüßchen aufzufassen. — Bei den meisten Holothurien verbindet sich der Steinkanal nicht mit der Leibeswand, sondern öffnet sich mittelst einer durchlöcherten Madreporenplatte in die Leibeshöhle. Bisweilen sind mehrere solcher Steinkanäle vorhanden.

Der Darmkanal ist ein zylindrischer Schlauch, der meistens länger ist als die Hauptachse und eine große Schlinge bildet. Der Mund und der After befinden sich an entgegengesetzten Enden des Körpers. In den Enddarm der meisten Holothurien münden — mit einem gemeinsamen kurzen Stamm oder getrennt — zwei sog. Wasserlungen, große, baumförmig verästelte Hohlorgane, von denen durch den Enddarm Wasser aufgenommen und wieder ausgestoßen wird; sie dienen der Atmung. Am Enddarm hängen bei einigen Holothurien noch die sog. Cuvierschen Organe, schlauchförmige oder traubige, drüsenartige Gebilde von unbekannter Funktion. — Die Geschlechtsorgane sind nur in einem Inderradius entwickelt; die Geschlechtsöffnung befindet sich vorn auf der Rückenseite, meistens dicht beim Fühlerkranze (innerhalb oder außerhalb desselben). Die meisten Holothurien sind getrennten Geschlechts, einzelne Hermaphroditen.

Bei einigen Formen (*Synapta* u. Verw.) finden sich in der Leibeshöhle, besonders an den Darmgekrösen, kleine gestielte, pantoffelförmige Körper, deren Höhlung mit langen Wimpern ausgekleidet ist. Die Bedeutung dieser Wimperorgane ist wahrscheinlich eine excretorische (vergl. S. 223).

Viele Holothurien ernähren sich ebenso wie die Herzigel durch Aufnahme von Sand und Schlamm mit den darin enthaltenen organischen Teilchen in den Darmkanal; andere sitzen mit ruhig ausgestreckten Fangarmen und stecken von Zeit zu Zeit die Arme einen nach dem andern in den Mund hinein, um die auf ihrer Oberfläche gestrandeten kleinen Organismen und organischen Sedimente abzulecken. Wenn das Tier beunruhigt wird, kann das Vorderende zurückgezogen, umgestülpt werden, und der ganze Tentakelkranz kommt dann in die Mundhöhle zu liegen. Sie kriechen langsam umher mittelst Bewegungen der Leibeswand, wobei die Saugfüßchen als Anheftungspunkte dienen. Manche graben sich in den Boden ein. Sie sind in allen Meeren vertreten.

Manche Holothurien besitzen die Eigentümlichkeit, daß sie bei starken Reizen (unsanfter Berührung u. ähnl.) die Leibeswand gewaltsam zusammenziehen und dadurch den Darmkanal nebst anderen Eingeweiden aus dem After ausstoßen. Die verloren gegangenen Organe werden durch Regeneration ersetzt. — Andere Formen (*Synapta*) schnüren sich, wenn sie gereizt werden, quer ein und zerfallen in mehrere Stücke.

Als Beispiele können angeführt werden: *Cucumaria*, Füßchen in 5 Doppelreihen vom Mund bis zum After, baumförmig verästelte Fangarme; *Holothuria* mit zerstreuten Saugfüßchen, die auf dem Rücken konisch, auf der Bauchseite zylindrisch sind, Fangarme schildförmig; *Psolus*, auf der Bauchseite mit einer abgeplatteten Partie, auf welche die Saugfüßchen beschränkt sind, auf dem Rücken mit Kalkschuppen; *Synapta*, fußlos, wurmförmig, mit kleinen Fangarmen, mikroskopische Kalkanker in der durchsichtigen Haut. Die genannten Gattungen sind sämtlich in europäischen Meeren vertreten. — Aus der Tiefsee ist in der neueren Zeit eine ganze Anzahl eigentümlicher Seewalzen mit abgeplattetem Bauch, langen Körperfortsätzen etc. (*Elpidia* u. a.) bekannt geworden.

4. Kreis. **Vermes, Würmer.**

Die Würmer sind bilateral symmetrische Tiere, meistens von gestreckter Leibesform, weichhäutig, mit schwach entwickelten Extremitäten oder gliedmaßenlos. Leibeshöhle, After, Gefäßsystem, Excretionsorgane meistens vorhanden. Centralnervensystem meist größtenteils bauchständig.

Wir leiten die Würmer von den Holothurien ab, namentlich von solchen Formen wie etwa Synapta. Der radiäre Bau ist der bilateralen Symmetrie gewichen, die ja auch schon manchen Holothurien nicht fremd ist, und das Wassergefäßsystem hat höchstens spärliche Ueberreste hinterlassen (auch bei Synapta und anderen ist es ja stark rückgebildet). In manchen Punkten finden sich jedoch recht enge Anknüpfungen, namentlich ist das mit den Anneliden der Fall; es wird an seiner Stelle auf die betreffenden Anknüpfungen aufmerksam gemacht werden.

Der Kreis der Würmer umfaßt eine Anzahl sehr verschiedener Gruppen, von denen die Anneliden diejenige ist, die, wie es scheint, dem Ausgangspunkt im Ganzen am nächsten stehen. Andere Gruppen, die scheinbar „einfacher" gebaut sind, dürften als in gewissen Hinsichten rückgebildete aufzufassen sein (z. B. die Plattwürmer).

Uebersicht über die Unterabteilungen der Vermes.

1. Klasse. Anneliden. Gegliederte Tiere. Gefäßsystem. Bauchganglienkette. Segmentalorgane. Leibeshöhle.
   1. Unterklasse: Chätopoden. Borstenfüße.
   2. „ Egel. Keine Borstenfüße. Saugnäpfe.
   3. „ Onychophoren. Tracheensystem.

Ungegliedert:

2. Klasse. Enteropneusten. Kiemenspalten. Gefäßsystem. Dorsaler und ventraler Nervenstamm. Leibeshöhle.
3. Klasse. Nemertinen. Rüssel. Gefäßsystem. Drei Längsnervenstämme. Leibeshöhle rückgebildet.
4. Klasse. Plattwürmer. Kein Gefäßsystem. Mehrere Längsnervenstämme. Keine Leibeshöhle. Kein After. Komplizierter Geschlechtsapparat.
5. Klasse. Brachiopoden. Zwei muschelähnliche Schalen, eine dorsale und eine ventrale. Meist festsitzend. Tentakel. Gefäßsystem.
6. Klasse. Bryozoen. Festsitzende Tierchen. Tentakelkranz. Gehäuse. Kein Gefäßsystem.
7. Klasse. Rotatorien. Mikroskopische Tiere. Bewimpertes Räderorgan. Kein Gefäßsystem.
8. Klasse. Nematoden. Gestreckter zylindrischer Körper mit dicker, weicher Cuticula. Kein Gefäßsystem. Mehrere Längsnervenstämme, von denen ein dorsaler und ein ventraler die stärksten sind. Leibeshöhle.
9. Klasse. Acanthocephalen. Gestreckter zylindrischer Körper. Hakenbesetzter Fortsatz („Rüssel") am Vorderende. Gefäßsystem in der Leibeswand. Kein Darmkanal. Leibeshöhle.
10. Klasse. Chätognathen. Gestreckter Körper, 2 Gruppen von Chitinborsten an der Mundöffnung. Kein Gefäßsystem. Gehirnganglion und ventrales Rumpfganglion. Leibeshöhle.

1. Klasse. **Annelida, Ringelwürmer.**

Der langgestreckte Körper besteht aus einer Anzahl Glieder oder Segmente, die durch Einschnürungen gesondert sind; die Segmente haben äußerlich und innerlich bis zu einem gewissen Grade

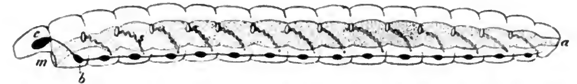


Fig. 182. Ringelwurm von der Seite gesehen; Schema des Darmkanals, des Nervensystems und der Segmentalorgane. *a* After, *b* Bauchganglion, *c* Gehirn, *m* Mund, *s* Segmentalorgan. — Orig.

denselben Bau, wenn sie auch nie alle gleich gebaut sind, indem das vorderste (oder mehrere der vordersten) und das hinterste immer abweichend sind: häufig sind auch sonstige Unterschiede der Segmente vorhanden, doch bewahren sie andererseits durchgängig selbst bei bedeutender Verschiedenheit gewisse gemeinsame Züge. Eine dünne Cuticula bekleidet den Körper. Unterhalb der Haut, die entweder allein aus der Epidermis oder auch aus einer Bindegewebsschicht (Corium) besteht, liegt ein zusammenhängender Hautmuskelschlauch, der meistens zwei Schichten (Fig. 183) aufweist, von denen die äußere aus ringförmig, die innere aus der Länge nach geordneten Muskelzellen zusammengesetzt ist (Ring- und Längsmuskelschicht). Die Mundöffnung findet sich dicht am vorderen Ende; der aus mehreren Abschnitten bestehende Darmkanal durchzieht gewöhnlich den



Fig. 183. Schematischer Querschnitt eines Borstenwurms. *d* Rückengefäß, *i* Darm, *l* Längsmuskelschicht der Leibeswand, *n* Ganglion, *o* Epidermis, *r* Ringmuskelschicht der Leibeswand, *s* Segmentalorgan, *v* Bauchgefäß (jederseits durch einen Gefäßbogen mit *d* verbunden). — Orig.

Körper ohne Windungen, während er nicht selten mit seitlichen Ausstülpungen ausgestattet ist; der After befindet sich am hinteren Körperende. Die zentralen Teile des Nervensystems (Fig. 184) bestehen aus einem paarigen Ganglion oberhalb des vorderen Endes des Darmkanals, dem Gehirn, und zwei von diesem ausgehenden Nervenstämmen, die zunächst den Munddarm umfassen und dann nebeneinander — seltener weiter voneinander abgerückt (Fig. 184 *A*, vorn) — unterhalb des Darmkanals, an der Bauchwand des Körpers entlang, verlaufen; in jedem Segment schwellen die Stämme in der Regel zu je einem Ganglion

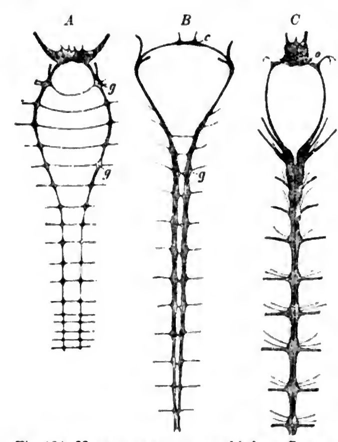


Fig. 184. Nervensystem verschiedener Borstenwürmer. c Gehirn, g Bauchganglion, o Auge. — Nach Quatrefages.

an; die beiden Ganglien eines Segments sind durch eine längere oder kürzere Quercommissur verbunden. Die beiden Nervenstämme sind öfters einander dicht angelagert oder gar verschmolzen, in welchen Fällen auch die Ganglien jedes Paares innig vereinigt sind. Die Gesamtheit der genannten Ganglien etc. wird als die Bauchganglienkette („Bauchmark") bezeichnet. Vom Gehirn und von den genannten Bauchganglien gehen zu den entsprechenden Segmenten Nerven ab. Von Sinnesorganen sind die häufig vorhandenen Fühler (Tentakel etc.) und die Augen hervorzuheben; letztere, die meistens einen einfachen Bau und eine geringe Größe besitzen, finden sich besonders am vorderen Körperende, zuweilen aber auch an anderen Segmenten. Seltener sind Otocysten vorhanden. Bei manchen Borstenwürmern (Polychäten) kommen als Geruchsorgane aufgefaßte „Nackenorgane" vor, ein Paar bewimperte Taschen, die in enger Beziehung zum Gehirn stehen.

Gefäßsystem. Bei den Chätopoden sind die Hauptgefäße ein dorsales und ein ventrales Längsgefäß, beide median verlaufend in größerem oder geringerem Abstand vom Darmkanal, in deren Wandung, zwischen Epithel und Darmmuskulatur, ein Gefäßnetz oder ein zusammenhängender Blutraum (Sinus) eingelagert ist, mit dem sie in Verbindung stehen; manchmal kann ein Längsgefäß, das obere sowohl wie das untere, durch zwei vertreten sein, von denen dann das eine dem Darm unmittelbar angelagert, das andere etwas entfernt ist. Von dem dorsalen zum ventralen Längsgefäß gehen allgemein segmental angeordnete Gefäßbogen, Commissuralgefäße, von denen einige erweitert und kontraktil sein können. Außer diesen wirken als Herzen namentlich der Darmblutsinus und das Rückengefäß, manchmal aber noch andere Gefäße. Der Blutstrom ist im Rückengefäß von hinten nach vorn, im Bauchgefäß umgekehrt gerichtet. Von den genannten Gefäßen können noch feinere Aeste zu den Kiemen, wenn solche vorhanden sind, zu den Excretionsorganen etc. gehen. Die Blutflüssigkeit ist meistens gefärbt (in der Regel rot, bisweilen gelb oder grün). Das Gefäßsystem ist völlig von der eine besondere, farblose Flüssigkeit enthaltenden Leibeshöhle abgeschlossen. Bei einer Anzahl Chätopoden fehlt ein Gefäßsystem völlig. — Bei den Egeln ist das Eigenartige, daß die Leibeshöhle zu engen

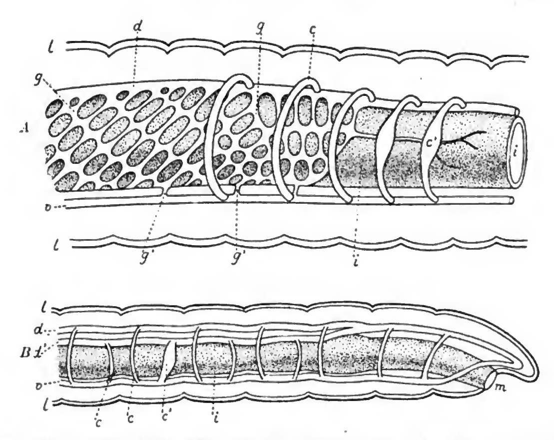


Fig. 185. *A* Stück eines Chätopoden mit eingezeichnetem Gefäßsystem. Das dorsale Längsgefäß (*d*) liegt dem Darm an und steht mit dem Gefäßnetz *g* in der Darmwand in direktem Zusammenhang. *B* Vorderende eines anderen Chätopoden mit weniger ausgebildetem Gefäßsystem; das dorsale Längsgefäß ist in zwei (*d* und *d'*) obereinander gelagerte geteilt. *c* Commissuralgefäße zwischen *d* und *v*; *c'* ein solches, das als Herz fungiert; *d* und *d'* dorsale Längsgefäße; *g* Gefäßnetz in der Darmwand; *g'* Aeste von diesem zu *v*; *i* Darm; *l* Leibeswand; *m* Mund; *v* ventrales Längsgefäß.

kanalartigen Lacunen rückgebildet ist, welche die Gefäßstämme umgeben und auch mit den Gefäßen in offener Verbindung stehen, also bluterfüllt sind; bei ihnen ist die Blutflüssigkeit gewöhnlich rot.

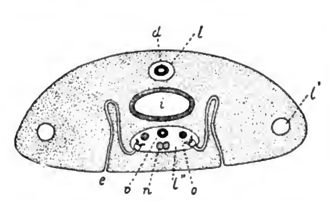


Fig. 186. Querschnitt eines Egels (*Clepsine*). Schema. *d* dorsales Längsgefäß; *e* Oeffnung eines Segmentalorgans; *i* Darm; *l*, *l'*, *l''* Lacunen, rückgebildete Leibeshöhle; *n* Bauchnervenstamm; *o* Eierstock; *v* ventrales Längsgefäß. — Nach Bourne.

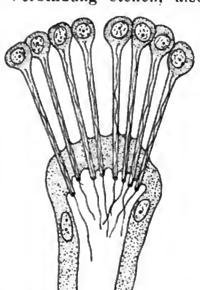


Fig. 187. Ende eines Segmentalorgans eines Chätopoden mit Solenocyten.

In den meisten Segmenten findet sich in der Regel ein Paar **Excretionsorgane**, die sog. **Segmentalorgane**, kürzere oder längere gebuchtete Röhren, die sich gesondert an den Seiten (oder der

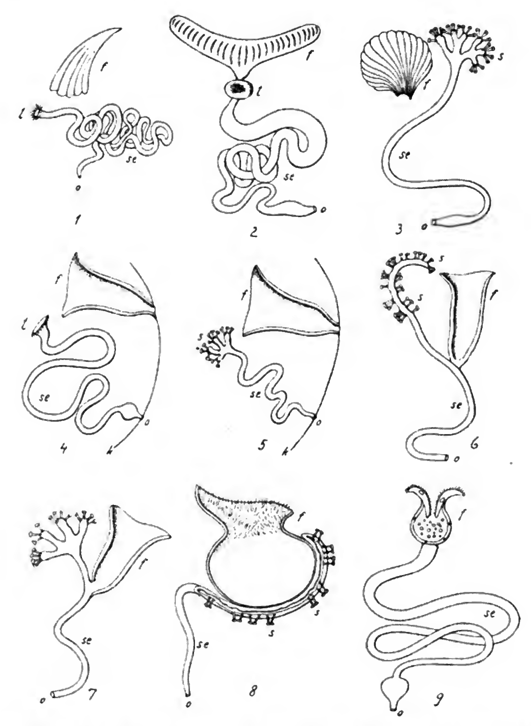


Fig. 188. **Segmentalorgane** und **Wimperorgane** verschiedener Anneliden. Schemata. In Nr, *1*, *2*, *4* ist das Segmentalorgan mit einem offenen Trichter ausgestattet, in den anderen ist es geschlossen. In *4*—*7* ist das Wimperorgan als Genitaltrichter ausgebildet (in Nr. *6*, von einem jungen Tier, ist es noch nicht in offene Verbindung mit dem Segmentalorgan getreten), in *1*—*3* ist es plattenförmig, in *8*—*9* topfförmig ohne Genitaltrichter zu sein. Die Genitaltrichter und die Töpfe sind halbiert dargestellt. In *8* ist das Segmentalorgan teilweise längs durchschnitten. *f* Wimperorgan, *k* Leibeswand, *o* äußere Oeffnung des Segmentalorgans, *s* Solenocyten, *se* Segmentalorgan, *t* dessen Trichter. *1*—*8* von verschiedenen Borstenwürmern, *9* von einem Egel. — Größtenteils nach Goodrich.

Unterseite) des Körpers öffnen. Bei den meisten Chätopoden ist das Rohr an beiden Enden offen; die innere Oeffnung mündet in die Leibeshöhle, oft mit einer trichterförmigen, bewimperten Erweiterung. Bei anderen Chätopoden ist keine innere Oeffnung vorhanden, das Ende der Röhre (das oftmals handartig verzweigt ist) ist aber mit kleinen engen Röhrchen gespickt (Fig. 187), jedes mit einer großen Zelle am Ende, die eine lange Geißel trägt, die durch das Röhrchen in das Excretionsorgan hineinragt; die genannten Zellen werden als Solenocyten bezeichnet. Bei den Egeln und Onychophoren sind die Segmentalorgane ebenfalls geschlossen, Solenocyten sind aber nicht vorhanden. — Eine andere Gruppe von Organen, die für die Excretion tätig sind, sind die sogenannten Wimperorgane, die bei einem Teil der Anneliden in der Leibeshöhle vorhanden sind; es sind bewimperte Platten oder topfförmige Organe, ein Paar in jedem der Segmente, in denen sie vorhanden sind; oft liegen sie in der Nähe der Segmentalorgane oder denselben eng angeschmiegt. Bei den Egeln und manchen Chätopoden bestehen zwischen den Segmentalorganen und den Wimperorganen keine offene Verbindung und letztere haben überhaupt keine Verbindung mit der Umwelt; in anderen Fällen aber bildet sich beim erwachsenen Tier eine Oeffnung von dem Boden des topfförmigen Wimperorgans in das Segmentalorgan hinein; wieder in anderen Fällen öffnet sich der Wimpertopf direkt an der Oberfläche des Tieres. Solche offene Wimpertöpfe werden oft als Genitaltrichter bezeichnet, indem die Geschlechtsstoffe durch dieselben austreten. Sonst haben die Wimperorgane die Bedeutung, daß sie Wanderzellen auffangen, die mit Excretionsstoffen beladen sind, und wahrscheinlich auf sie auflösend einwirken; wenn das Wimperorgan einem Segmentalorgan anliegt, kann man annehmen, daß die genannten Excretionsstoffe durch die Wand in letzteres übergehen und auf die Weise weggeführt werden.

Bei manchen Borstenwürmern tritt im Larvenzustand ein Paar provisorische sog. Urnieren (Kopfnieren) auf, die mit mehreren ganz ähnlichen Endästen mit „Wimperflamme" ausgestattet sind wie der dauernde Excretionsapparat der Plattwürmer (vergl. diese).

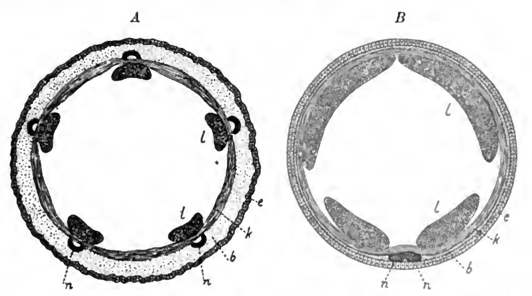


Fig. 189. Querschnitt der Leibeswand einer Holothurie (*Synapta*), *A*, und eines Chätopoden, *B*. *b* Bindegewebe, *e* Epidermis, *k* Ringmuskelschicht, *l* Längsmuskelstreifen, *n* Nervenstämme

Die Geschlechtsorgane verhalten sich bei den verschiedenen Abteilungen der Anneliden sehr verschieden und werden bei den einzelnen Gruppen erwähnt werden.

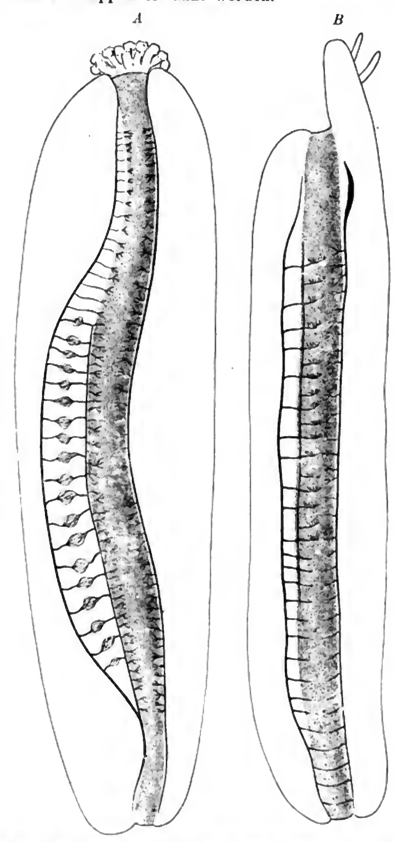


Fig. 190. Schema des Gefäßsystems einer Holothurie (*A*) und eines Chätopoden (*B*); von den sonstigen Organen nur der Darmkanal eingezeichnet.

Wie bereits oben erwähnt, leiten wir die Würmer von den Holothurien ab; und unter den Würmern scheinen uns wieder die Anneliden diejenige Abteilung zu sein, die den Holothurien im ganzen am nächsten steht.

Die Leibeswand hat bei den Holothurien und bei den Anneliden (Chätopoden) eine recht ähnliche Zusammensetzung: Ring- und Längsmuskulatur, letztere in beiden Fällen aus einer Anzahl getrennter Längsbänder bestehend (Fig. 189). Sehr auffällig ist die Aehnlichkeit im Gefäßsystem mit zwei Längsstämmen dem Darmkanal entlang, die mit Gefäßnetzen in der Darmwandung in Verbindung stehen (Fig. 190). Es sind Statocysten ähnlicher Art bei den Holothurien und bei den Anneliden vorhanden. Den Wimperorganen der Anneliden entsprechen ähnliche Organe an der Leibeswand bei den Synapten (S. 217). Bei den Holothurien folgt auf das in Fig. 161 abgebildete Larvenstadium

oder auch direkt auf die allseitig bewimperte Gastrula ein sog. tonnenförmiges Stadium, in welchem die Larve mit einer Anzahl Wimperreifen umgürtet ist; eine ganz ähnliche Larvenform finden wir bei manchen Chätopoden (vergl. Fig. 191 u. Fig. 198 *B*).

Sehr abweichend ist allerdings das Nervensystem: von den 5 Längsstämmen der Holothurien sind nur noch 2 übrig geblieben; bei den Larven der Anneliden sind aber eine Anzahl Längsstämme vor-

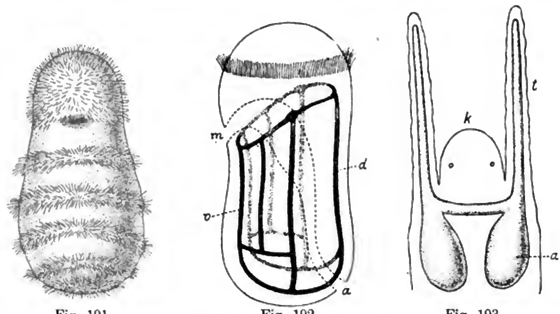


Fig. 191. Fig. 192. Fig. 193.

Fig. 191. Sog. tonnenförmiges Larvenstadium einer Holothurie.

Fig. 192. Schema der Hauptstämme des Nervensystems einer Annelidenlarve, in den Umriß des Körpers eingezeichnet; Darmkanal angedeutet. *a* After, *d* dorsaler Nervenstamm, *m* Mund, *v* einer der Bauchnervenstämme.

Fig. 193. Vorderende eines Annelids. *a* Ampulle, *k* Kopflappen, *t* Tentakel.

handen (Fig. 192), die unschwer auf die Verhältnisse bei den Holothurien zurückgeführt werden können. Abweichend ist auch, daß das Wassergefäßsystem bei den Anneliden scheinbar völlig verschwunden ist. Es ist aber zu bemerken, daß bereits bei den Synapten große Partien desselben stark rückgebildet sind, und weiter daß es Chätopoden gibt, bei denen scheinbar Ueberreste des Wasserkanalsystems gefunden werden: es gibt bei einigen Formen (Fig. 193) Tentakel, die mit einem Kanal im Innern ausgestattet sind, der sich in eine Ampulle fortsetzt, durch deren Kontraktionen die in ihr enthaltene Flüssigkeit in den Tentakel getrieben und letztere dadurch ausgestreckt werden kann; bei der in Fig. 193 abgebildeten Form stehen die Ampullen beider Tentakel durch einen Querkanal in Verbindung. Der ganze Apparat scheint sehr wohl als ein Ueberrest des Tentakelapparats mit zugehörigem Wasserkanalsystem einer Holothurie auffaßbar.

1. Unterklasse. **Chaetopoda, Borstenwürmer.**

Der Körper ist durch deutliche Einschnitte in eine größere Anzahl Glieder geteilt. Abgesehen von dem ersten und dem letzten trägt jedes Glied gewöhnlich vier sog. Borstenfüße oder Fußstummel (*Parapodia*), zwei an jeder Seite (Fig. 195 *A*). Letztere sind kurze Fortsätze von

verschiedener Form, die je ein Bündel Borsten enthalten, die in tiefen, sackförmigen Einstülpungen der Haut stecken: die Borsten sind Cuticulargebilde, die von einer großen Zelle am Boden der Einstülpung ausgeschieden sind (Fig. 194); durch Muskeln, die sich am unteren Ende der Borstensäcke anheften, können die Borstenbündel bewegt werden. Die Borsten haben verschiedene, oft zierliche Formen; zuweilen ist der äußere Abschnitt von dem schaftartigen Hauptteil gesondert und mit ihm beweglich verbunden; oft ist die Spitze hakenförmig gebogen, oder der Endabschnitt kann kammförmig sein etc.; die Borsten können sehr lang sein, so daß sie als lange, dünne Haare erscheinen, oder sie sind sehr kurz etc. In jedem Borstenbündel befindet sich bei sehr vielen Borstenwürmern eine eigentümlich entwickelte, dicke und steife, oft dunkelgefärbte Borste, die weit tiefer als die übrigen eingepflanzt ist und als eine Art Skelet für den Fuß fungiert, die Stütznadel (*Aciculum*); dieselbe ragt nur ganz wenig oder gar nicht aus der Haut hinaus. Sehr häufig sind die beiden Borstenfüße derselben Seite entweder in ihrer ganzen Länge oder nur an der Basis miteinander verwachsen, so daß scheinbar nur ein Borstenfuß jederseits vorhanden ist (Fig. 195 *B*); jeder hat aber, selbst wenn sie derartig verwachsen sind, sein Borstenbündel und seine Stütznadel. In anderen Fällen ist der Rückenfuß rudimentär (*C*) oder fehlt ganz. Zuweilen sind die Borstenfüße gelappt, groß und kräftig entwickelt; in anderen Fällen sind sie ganz niedrige Hautwarzen oder treten gar nicht hervor und sind nur durch die zugehörigen Borstenbündel dargestellt, die dann direkt der Körperwand eingepflanzt

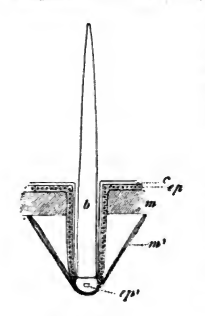


Fig. 194. Schematischer Schnitt durch die Haut eines Borstenwurms. *c* Cuticula, *ep* Epidermis, *ep'* Epidermiszelle, welche die Borste, *b*, ausscheidet; *m* Muskelschicht, *m'* Muskel zum unteren Ende des Borstensackes.

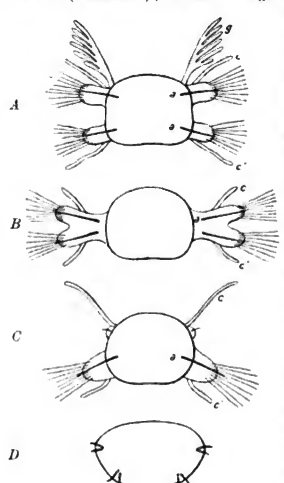


Fig. 195. Schematische Querschnitte verschiedener Borstenwürmer. In *B* sind der obere und untere Borstenfuß verwachsen, in *C* ist der obere (mit Ausnahme des Cirrus) rudimentär, in *D* (Regenwurm) sind die Borstenfüße nur durch je zwei Borsten repräsentiert. *a* Stütznadel, *c* Rücken-, *c'* Bauchcirrus, *g* Kieme.

sind (wie z. B. bei den Regenwürmern, *D*). Sehr selten kommt es vor, daß die Fußstummel zwar vorhanden, aber borstenlos sind; bei einigen Formen fehlen an einigen Segmenten Borstenfüße vollständig (s. Fig. 203, Hinterkörper). Von der oberen Seite des Rückenfußes und von der unteren des Bauchfußes entspringt am Grunde häufig ein fühlerartiger Anhang, der Rückencirrus, resp. der Bauchcirrus.

Das vorderste Segment, das Mundsegment, verhält sich abweichend. Dieses Segment, welches die Mundöffnung trägt (zuweilen ist diese übrigens weiter nach hinten gerückt), ist jederseits mit einem rudimentären Borstenfuß ausgestattet, der wenige oder keine Borsten trägt, während ihm dagegen ein oder zwei wohlentwickelte, nach vorn gerichtete Cirren, die sog. Tentakelcirren, angefügt sind. Die Mundöffnung ist von einem vom Mundsegment abgegliederten halbdachförmigen Fortsatz, dem Kopflappen, überragt, der oft eine Anzahl (meistens 1—9) fadenförmige Anhänge, sogenannte Palpen und Tentakel, trägt; bei manchen Röhrenwürmern sind zwei davon tief in zahlreiche lange Fäden gespalten. Mit dem Mundsegment, dessen Anhänge übrigens ebenso wie die des Kopflappens ganz fehlen können, sind häufig ein oder mehrere der folgenden Segmente innig verbunden, und die Borstenfüße und Cirren der letzteren sind dann denjenigen des Mundsegments mehr oder weniger ähnlich. Häufig sind das Mundsegment und die folgenden Segmente stark zusammengeschoben und schwer zu unterscheiden. — Das letzte Körpersegment ist borstenlos und häufig mit zwei langen Anhängen, den Analcirren, ausgestattet.

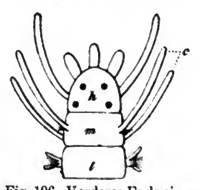


Fig. 196. Vorderes Ende eines Borstenwurms (Schema). *h* Kopflappen, *m* Mundsegment mit *c*, den Tentakelcirren; *l* das folgende Segment. — Orig.

Die Haut ist mit einer dünnen, zusammenhängenden Cuticula bedeckt, trägt aber trotzdem häufig an begrenzten Stellen Wimperhaare. Es ist eine geräumige Leibeshöhle vorhanden, die meistens durch quere Scheidewände (Dissepimente), den Einschnitten zwischen den Segmenten entsprechend, in eine Reihe von Kammern geteilt ist. Diese Scheidewände, die natürlich von Darmkanal und Blutgefäßen durchbohrt werden, sind außerdem von Löchern durchbrochen, so daß die in der Leibeshöhle enthaltene Flüssigkeit hindurchpassieren kann; zuweilen sind die Scheidewände zu Fäden rückgebildet, die von der Leibeswand an den Darmkanal gehen.

Der vorderste Abschnitt des Darmkanals ist gewöhnlich ein muskulöser Schlund, der oft rüsselartig vorgestülpt werden kann (Fig 202); er ist häufig mit hornigen Zähnen oder Haken in größerer oder geringerer Anzahl versehen. Der übrige Teil des Darmkanals ist meistens ein gerader Schlauch mit Einschnürungen an den Stellen, wo er durch die Scheidewände hindurchtritt, seltener ist er gewunden; bei einigen kurzen Formen (Seeraupen) ist der gerade Darm mit einer doppelten Reihe von Blindsäcken ausgestattet. Der After hat in der Regel seinen Platz an der hinteren Spitze des Körpers.

Bei manchen Borstenwürmern (aber bei weitem nicht bei allen) sind Augen am oder im Kopflappen vorhanden, bei einigen auch an anderen Segmenten (bei gewissen Röhrenwürmern an den Fäden des Kopflappens). Die Augen, die in der Regel klein sind, gehören im

allgemeinen entweder einem der in Fig. 32, 1, 4, 5, 6 (S. 30) dargestellten Typen an oder sind von dem in Fig. 34, 1—2 abgebildeten, also entweder evers oder invers. In letzterem Falle liegen sie entweder in der Haut oder unterhalb derselben, bisweilen sind sie dann dem Gehirn eingelagert. — Selten sind ein Paar Otocysten vorhanden, sie haben ihren Platz im vordersten Ende des Tieres. — Ueber die Nackenorgane vergl. S. 220.

Kiemen von verschiedener Form — büschel-, kamm-, fadenförmig — sind bei einem Teil der Borstenwürmer an einer größeren oder geringeren Anzahl von Segmenten vorhanden, an jedem Segment ein Paar; sie haben ihren Platz auf der Rückenseite, an der Basis des Rückenfußes (Fig. 195 A). Bei vielen Röhrenwürmern (Serpula u. a.) fungieren die auf dem Kopflappen sitzenden Fäden zugleich als Kiemen. Die Mehrzahl der Borstenwürmer besitzt aber keine besonderen Atmungsorgane.

Die Geschlechtsorgane. Von den beiden Hauptabteilungen, in welche die Borstenwürmer geteilt werden, sind die Polychäten fast immer getrennten Geschlechts; Eier und Samenkörperchen werden bei ihnen an der Innenseite der Körperwand oder an den Dissepimenten, in der Regel in einer größeren Anzahl von Segmenten gebildet, so daß sie also viele Eierstöcke oder Hoden besitzen, die übrigens nur als verdickte Stellen des Epithels der Leibeshöhle erscheinen. Wenn die Zellen, aus denen Eier und Samenkörperchen werden, eine gewisse Entwicklung erreicht haben, lösen sie sich ab und vollenden diese frei in der Leibeshöhle[1]). Die Ausführung aus dem Körper findet in verschiedener Weise statt: bei einigen werden Eier und Samen durch besondere Genitaltrichter (siehe oben S. 223), die sich in die Leibeshöhle mit einem breiten Trichter und mit dem anderen Ende an der Oberfläche öffnen[2]); bei anderen werden die Geschlechtsstoffe durch die Segmentalorgane ausgeführt; bei anderen wieder

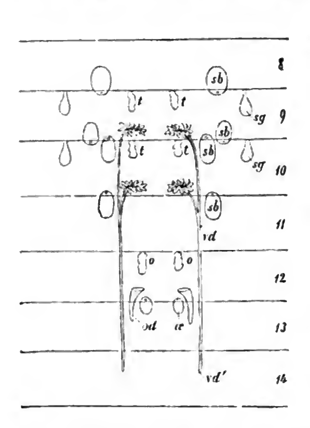


Fig. 197. Schematische Darstellung des Geschlechtsapparats eines Regenwurms; das Tier ist in der Mittellinie des Rückens aufgeschnitten und ausgebreitet *8—14* achtes bis vierzehntes borstentragendes Segment, *o* Eierstock, *od* weibl. Genitaltrichter, *sb* Samenblase, *sg* Samentasche, *t* Hoden, *vd* männl. Genitaltrichter, *vd'* dessen äußeres Ende, *ov* Eierbehälter. Die Querlinien deuten die Scheidewände an. — Orig.

1) Gelegentlich findet man bei den Polychäten eine oft weitgehende Rückbildung des Darmkanals, wenn das Individuum mit reifen Eiern oder Samen erfüllt ist.

2) Bisweilen münden die Genitaltrichter in die Segmentalorgane (Fig. 188, 7).

werden sie dadurch entleert, daß die Leibeswand birst. Die andere Hauptabteilung, die **Oligochäten**, sind dagegen **hermaphroditisch**, und die Eierstöcke und Hoden finden sich nur in wenigen Segmenten, ein Paar in jedem; von Eierstöcken findet sich im ganzen nur **ein** Paar, von Hoden ein oder zwei Paare. Bei den Oligochäten werden Eier und Samen von Genitaltrichtern ausgeführt (die Eier jedoch häufig durch ein Paar Oeffnungen der Leibeswand).

Bei den Regenwürmern (Fig. 197) werden die Zellen, aus denen die Samenkörperchen gebildet werden, in eine Anzahl besonderer, an den Dissepimenten angebrachter Säcke (Samenblasen) aufgenommen, die mit je einer kleinen Oeffnung in die Leibeshöhle münden, und bilden sich dort zu Spermatozoen aus. Bei einigen Regenwürmern finden sich ähnliche Behälter auch für die Eier. — Bei den Regenwürmern (und anderen Oligochäten) sind ferner einige Säcke (Samentaschen) vorhanden, die auf der Oberfläche des Tieres, aber nicht in die Leibeshöhle, münden und während der wechselseitigen Begattung den Samen von dem anderen Individuum aufnehmen.

Bezüglich des **Nervensystems**, des **Gefäßsystems** und des **Excretionsapparats** sei auf das über die Ringelwürmer im allgemeinen Mitgeteilte hingewiesen.

Die Entwicklung der Polychäten ist mit einer ausgeprägten **Metamorphose** verbunden, die den Oligochäten abgeht. Die Polychätenlarven sind freischwimmende, mit Wimperhaaren ausgestattete Tiere; das Wimperkleid ist bei einigen über den ganzen Körper gleichmäßig verbreitet (Fig. 198 *A*); bei anderen findet sich ein starker Wimper-

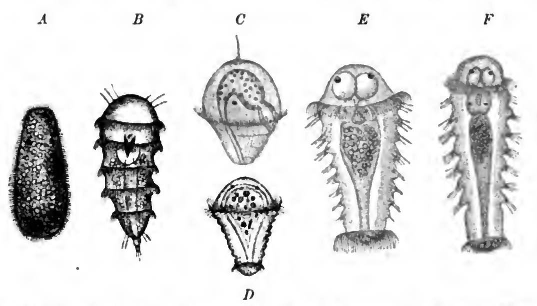
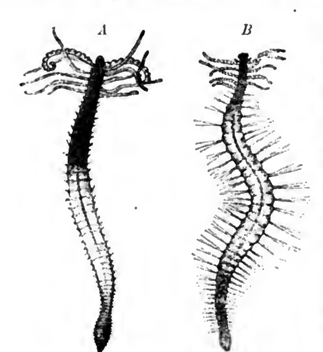


Fig. 198. **Polychäten-Larven.** *A* (von *Nereis diversicolor*) mit gleichmäßigem Wimperkleid. *B* mit vielen Wimperreifen (*Ophryotrocha puerilis*). *C—F* Entwicklungsstufen einer und derselben Art (*Nephthys scolopendroides*), mit einem, später mit zwei Wimperreifen. — Nach M. Schultze, Claparède u. Metschnikoff.

reif (*C*) an dem oft etwas verbreiterten Vorderende, öfters außerdem einer am Hinterende (*D*); oder es ist eine größere Anzahl Wimperreifen vorhanden (*B*) etc. Der Larvenkörper ist anfangs kurz, Borstenfüße sind keine oder wenige vorhanden; dann streckt er sich etwas in die Länge, teilt sich in einige wenige, mit Borstenfüßen ausgestattete Segmente; allmählich wird die Länge bedeutender, die An-

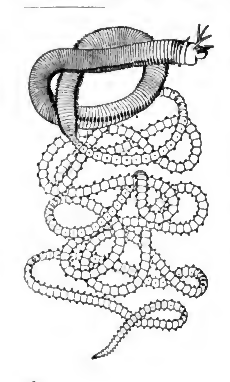
zahl der Segmente und der Borstenfüße größer (*E, F*). Zuweilen sind bei Polychäten, denen im erwachsenen Zustande Augen und Gehörblasen abgehen, solche im Larvenzustande vorhanden.



Bei manchen Polychäten (Fig. 199) nehmen einige Individuen eine abweichende Gestalt an, wenn die Geschlechtsstoffe reifen; die Augen vergrößern sich, die Rückenborstenfüße gewisser Teile des Körpers werden mit langen Borsten ausgestattet etc., und das Tier ändert seine Lebensweise derart, daß sie eine pelagische, schwimmende wird (epitoke Form; vergl. die Metamorphose der Insecten)[1].

Fig. 199. *A*. Ein Borstenwurm, *Dodecaceria concharum*, welcher in Kanälen in Molluskenschalen lebt. *B*. Epitoke Form desselben. — Nach Caullery u. Mesnil.

Eine ungeschlechtliche Fortpflanzung kommt bei einer nicht geringen Anzahl von Borstenwürmern beider Hauptgruppen vor. In einigen Fällen findet eine einfache Querteilung statt; das Tier teilt sich quer durch in zwei ungefähr gleich große Teile, von denen der hintere vor der Trennung an seinem vorderen Ende einen neuen Kopflappen, eine Mundöffnung etc. bildet, während der vordere ein neues Hinterende erhält (Fig. 201 *A*). In anderen Fällen haben wir



1) Der sog. Palolo-Wurm ist der hintere, eigentümlich ausgebildete, mit Geschlechtsstoffen gefüllte Abschnitt des Körpers eines in den Löchern der Korallenriffe an den Küsten der Samoa-Inseln lebenden Borstenwurms (*Eunice viridis*); die Segmente dieses Teiles des Körpers tragen je ein unpaares ventrales Auge. Die Palolos reißen sich im Oktober—November, wenn der Mond im letzten Viertel ist, massenhaft los und schwärmen ins Wasser, so daß die Gewässer mit ihnen erfüllt sind, und werden von den Eingeborenen gesammelt und gegessen. Das vordere Ende des Tieres bleibt in den Korallenlöchern.

Fig. 200. *Eunice viridis*, vollständiges Exemplar, ungef. natürl. Gr. Die kleinen schwarzen Punkte sind die Ventralaugen. — Nach Woodworth.

es mit einer **Sprossung** zu tun: am hinteren Ende sproßt ein neues Individuum hervor (*B*), das sich später vom mütterlichen Individuum abtrennt. Zuweilen fängt das letztere schon vor der Ablösung des neuen Individuums an (*C*), aus seinem jetzigen Hinterende ein zweites neues Individuum zu erzeugen (vor dem erstgebildeten), was sich wiederholen kann (*D*), so daß wir **Ketten** bekommen, die aus einem

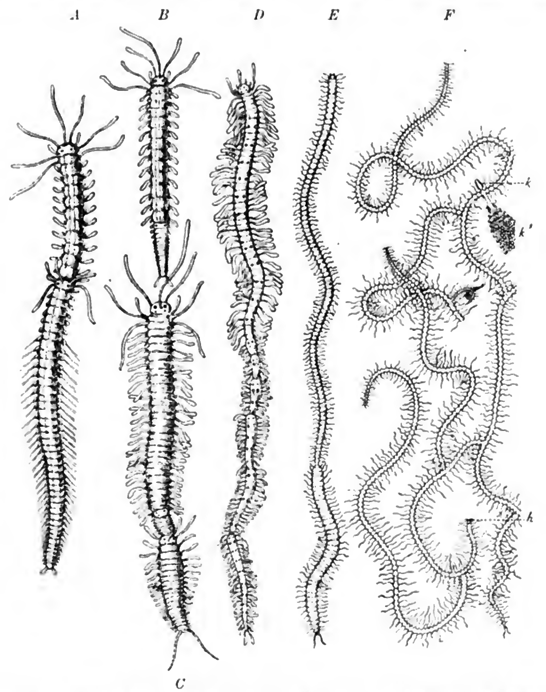


Fig. 201. *A* Borstenwurm, welcher sich zur **Querteilung** anschickt; es hat sich vor der Mitte ein neuer Kopf gebildet. *B* **Sprossung** am Hinterende eines Borstenwurms. *C* **wiederholte Sprossung**. *D* Borstenwurm mit einer längeren **Kette** von Sprößlingen. *E* geschlechtsloser Borstenwurm mit einem geschlechtlich ausgebildeten Sprößling am Hinterende. *F* Borstenwurm, *Syllis ramosa*, der in einer Spongie lebt, mit wiederholter Sprossung von der Seite des Körpers, so daß ein verzweigter Würmerstock gebildet wird. *h* ein Kopf, *k* junge Knospe, *k'* weibliche Knospe (nur teilweise gezeichnet). — Nach Agassiz, O. Fr. Müller, Milne Edwards, Quatrefages, M' Intosh.

vordersten Mutterindividuum und mehreren Knospen bestehen, von denen die hinterste die älteste und längste, die der Mutter zunächst sitzende die jüngste ist. Auch eine Knospung von der Seite des Tieres kann vorkommen (*F*). Bei einigen Borstenwürmern hat man gefunden, daß die Sprossen erzeugenden Individuen keine Geschlechtsstoffe entwickeln, während dies bei den durch Sprossung erzeugten der Fall ist, so daß wir in diesem Fall einen regelmäßigen Generationswechsel haben (*E*); in anderen Fällen werden aber beide Sorten von Individuen geschlechtlich.

Die meisten Borstenwürmer leben im Meere, andere im Süßwasser; sie kriechen meistens auf dem Boden herum oder sind in denselben eingebohrt; dabei sind manche dieser Bodenformen aber auch imstande, mittels schlängelnder Bewegungen im Wasser zu schwimmen; und hieraus haben sich weiter eine kleine Anzahl echt pelagischer Formen entwickelt, die ähnlich wie andere pelagische Tiere wasserhell durchsichtig und mit für Anneliden riesigen Augen ausgestattet sein können. Nicht wenige Borstenwürmer haben sich einem Leben auf dem Lande, allerdings nur in feuchter Erde, angepaßt (Regenwürmer).

Die Borstenwürmer, die sich in den weichen Boden einbohren, steifen oft die Kanäle, die sie bewohnen, durch einen Schleim ab (Sandwurm). Hieran schließt sich die Röhrenbildung, die bei vielen gefunden wird: das Tier, das nicht mehr eingegraben ist, umgibt sich mit einer Röhre, die in vielen Fällen aus Fremdkörpern besteht, Schlamm, Ton, Sand, Steinchen, kleineren oder größeren Fragmenten von Schneckenschalen und Muscheln, Rhizopodenschalen etc., die durch das Secret gewisser Hautdrüsen zusammengehalten werden; die einzelnen Teilchen sind entweder mehr unregelmäßig verbunden oder seltener zierlich mosaikartig aneinandergefügt. In anderen Fällen besteht die Röhre ausschließlich aus dem erhärteten Secret der Hautdrüsen und ist dann entweder hornartig oder kalkig. Die Röhre verlängert sich in dem Maße, wie das Wachstum des Tieres fortschreitet; an den Kalkröhren kann man ebenso wie an Schneckenschalen die Zuwachslinien deutlich erkennen. Die Röhren sind entweder fremden Gegenständen angeheftet oder liegen frei; selten ist das Tier imstande, die Röhre mit sich zu schleppen.

Einzelne Borstenwürmer (z. B. der in Fig. 199 abgebildete) vermögen sich — in welcher Weise, ist nicht festgestellt — in Felsen, Steine oder Schalen einzubohren und dort Gänge zu bilden.

Die Nahrung der Borstenwürmer ist recht verschiedenartig. Einige, die mit kräftigen Schlundzähnen ausgestattet sind, führen eine räuberische Lebensweise, andere ernähren sich von Algen; manche sind Schlamm- und Erdfresser, ernähren sich von den im Schlamm, Sand oder in der Erde enthaltenen organischen Teilen.

Eine geringe Anzahl von Borstenwürmern sind Commensalen oder wirkliche Schmarotzer, meistens Endoparasiten (z. B. in der Leibeshöhle von anderen Chätopoden oder von Gephyreen), seltener Ectoparasiten (z. B. einer auf den Flossen gewisser Aale, Blutsauger, Mittelmeer).

1. Ordnung. **Polychaeta.**

Der Kopflappen und das Mundsegment gewöhnlich mit Anhängen (Cirren etc.); Augen häufig vorhanden. Die Borsten sitzen meistens in wirklichen Fußstummeln, die häufig mit Cirren ausgestattet sind.

Kiemen können vorhanden sein. Getrennten Geschlechts (mit einzelnen Ausnahmen). Metamorphose. Leben im Meere.

Als Beispiele dieser reichen Abteilung führen wir folgende Formen an:

1. Die Nereiden (*Nereis*) haben eine sehr gestreckte Körperform. Der Kopflappen ist mit 4 kleinen Augen ausgestattet. Rücken- und Bauchfuß sind miteinander verschmolzen; Kiemen fehlen. Der Rüssel besitzt ein Paar starke Kiefer. Eine Art dieser Gattung (*N. diversicolor*) ist in der Nord- und Ostsee häufig am Strande, wo sie kriechend, schwimmend oder in den Sand eingebohrt angetroffen wird.

2. Bei den Seeraupen (*Polynoidae*), deren Körper meistens kurz und breit ist, wird die Rückenseite von einer verschiedenen Anzahl großer, schuppenartiger Hautplatten (Elytren) überdeckt; diese Schuppen sind umgebildete Rückencirren und nur an einigen Segmenten vorhanden, während die übrigen Körpersegmente mit Rückencirren von gewöhnlicher Form ausgestattet sind. Kiemen fehlen. Hierher gehören: *Polynoë squamata*, mit rauhen, höckerigen Rückenplatten, in der Nordsee und in der westlichen Ostsee sehr häufig. Ferner die Seemaus (*Aphrodite aculeata*), deren Rückenschuppen von sehr langen, filzartigen, den Rückenfüßen angehörigen Borsten verdeckt sind, die wie eine verfilzte Wergschicht über den Rücken ausgedehnt ist; andere Rückenborsten sind dünne, metallisch glänzende Haare und wieder andere steife, dicke, dunkle Stacheln. In der Nordsee.

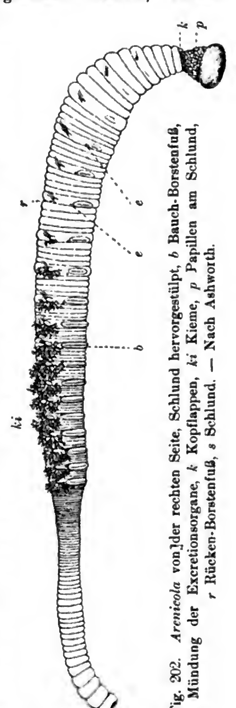


Fig. 202. *Arenicola* von der rechten Seite, Schlund hervorgestülpt, *b* Bauch-Borstenfuß, *e* Mündung der Excretionsorgane, *k* Kopflappen, *ki* Kieme, *p* Papillen am Schlund, *r* Rücken-Borstenfuß, *s* Schlund. — Nach Ashworth.

3. Der Sandwurm (*Arenicola marina*, Fig. 202). Der vordere Teil des zylindrischen Körpers etwas angeschwollen, Haut rauh, Kopflappen und Mundsegment ohne Anhänge, Augen fehlen. Rücken- und Bauchfuß getrennt, kurz; letzterer ist ein niedriger Querwall mit wenig hervorstehenden Hakenborsten; beide ohne Cirren. Kiemen sind nur am mittleren Teil des Körpers vorhanden, hier aber wohlentwickelt. Am hinteren Drittel des Körpers fehlen die Borstenfüße. Der Rüssel ohne Zähne. Findet sich gemein auf seichtem Wasser in einem U-förmigen Kanal im Sande, auf dessen Oberfläche der Kanal sich an beiden Enden öffnet; der Kopf des Tieres sitzt innerhalb der einen Oeffnung, und hier saugt es Sand ein, während die andere Oeffnung von den ausgeworfenen Excrementen bedeckt wird; der Wurm ernährt sich von den im Sande enthaltenen organischen Teilen.

4. Die Arten der Gattung *Serpula* leben in festsitzenden Kalkröhren, die entweder unregelmäßig geschlängelt oder spiralig gewunden sind. Aus der Röhre streckt das Tier, wenn es ungestört ist, zwei Gruppen von langen,

mit je einer doppelten Reihe feiner Seitenäste ausgestatteten Fäden hervor (jede Gruppe ist ein in zahlreiche Aeste gespaltener Palpus); die Fäden fungieren teils als Kiemen, teils treiben die an ihnen vorhandenen Wimperhaare mikroskopische Organismen in den Mund hinein. Einer der Fäden ist besonders kräftig, ohne Seitenäste und mit einem kalkigen Deckel von verschiedener Form am Ende versehen. Wenn das Tier gestört wird, zieht es sich samt dem ganzen Fadenbüschel in die Röhre zurück, und der Deckel paßt dann in deren Oeffnung. Am vorderen Teil des Tieres sind die Rückenfüße mit Haarborsten, die Bauchfüße mit Hakenborsten versehen, während am größeren hinteren Teil des Körpers das Umgekehrte der Fall ist. Mehrere Arten in der Nordsee auf Seepflanzen, Steinen etc.

2. Ordnung. **Oligochaeta.**

Der Kopflappen und das Mundsegment fast immer ohne Anhänge. Die Borstenfüße sind nur durch die Borstenbündel vertreten (in jedem Bündel nur wenige Borsten); keine Cirren. Kiemen fehlen in der Regel. Hermaphroditen. Keine Metamorphose. Leben mit wenigen Ausnahmen im Süßwasser oder in der Erde.

1. Die Regenwürmer (*Lumbricus* etc.) haben einen gestreckten, zylindrischen, vorn zugespitzten Körper. Die Segmente sind mit je 4 Borstenbündeln ausgestattet, in jedem Bündel sind aber nur 2 Borsten vorhanden. Augen scheinbar fehlend[1]). Etwas vor der Mitte befindet sich eine mehrere Segmente umfassende, verdickte Hautpartie, der Gürtel (*Clitellum*), der eine große Anzahl Drüsen enthält, deren zähes Secret die Individuen während der Begattung zusammenhält und vielleicht auch die Kokons bildet, in deren die abgelegten Eier eingeschlossen sind (in jedem Kokon eine Mehrzahl von Eiern) Der Schlund ist nicht ausstülpbar, und Kiefer fehlen. — Die Regenwürmer leben in verschiedenen Arten in der Ackererde, in der sie Gänge bohren und die sie fressen; außerdem verzehren sie auch abgestorbene Pflanzenteile, deren Auflösung sie befördern, indem sie sie in ihre Röhren hineinziehen und mit einem Speichel übergießen. Die Excremente werden größtenteils auf der Erdoberfläche abgelegt, wohin die Regenwürmer sich wesentlich nur nachts begeben. In strenger Kälte sowie bei sehr starker Hitze verlassen die Regenwürmer die Ackererdschicht und gehen in den Untergrund hinab; hier sind lange, ungefähr senkrechte, mit einer Excrementschicht ausgefütterte Gänge vorhanden, die unten mit einer kleinen Erweiterung versehen sind, in welcher der Regenwurm in einem schlafähnlichen Zustande bis zu 2—3 m unterhalb der Oberfläche liegt. — Durch ihre soeben beschriebene Lebensweise, dadurch, daß sie die Ackererde in ihren Darmkanal aufnehmen und sie dann wieder auf der Oberfläche in Form ihrer körnigen Excremente ablegen, durch ihr Durchwühlen der Erde etc., tragen die Regenwürmer mehr als irgend welche anderen Tiere zu der natürlichen Bearbeitung der oberen Erdschicht bei und erlangen dadurch eine hervorragende Bedeutung in der Natur. An Stellen, die z. B. wegen Mangels passender Feuchtigkeit von den Regenwürmern verlassen werden, ändert sich die Beschaffenheit der oberen Erdschicht, und sie nimmt einen torfartigen Charakter an; ist dies in einem Walde der Fall, so bleibt die natürliche Verjüngung (durch Selbstaussaat) aus, und der Wald wird dann, wenn der Mensch nicht eingreift, allmählich zur Haide.

---

1) In und unterhalb der Haut hat man jedoch kleine pigmentlose inverse Augen gefunden.

2. Die Naiden (*Nais*) sind kleine (selten mehr als 1 cm lange), dünne durchsichtige Würmer, die meistens mit 2 Augen auf dem Kopflappen ausgestattet sind; die Borstenbündel des Rückens mit langen Haarborsten, die des Bauches mit kürzeren Hakenborsten. Ungeschlechtliche Fortpflanzung findet häufig statt. Leben im Süßwasser zwischen Wasserpflanzen. — Mit diesen verwandt ist *Tubifex rivulorum,* der häufig in Süßwasser gefunden wird, wo er im Schlamm in einer Röhre lebt, aus der das rötliche Tier, so lange es ungestört ist, den hinteren Teil des Körpers in schwingender Bewegung hervorgestreckt hält. Häufig finden sich viele Exemplare nebeneinander, so daß die Oberfläche des Schlammes stellenweise rot gefärbt erscheint; bei der leisesten Störung verschwindet die rote Farbe, indem die Tiere sich zurückziehen.

Unter dem Namen **Gephyreen** (Sternwürmer) wurde früher gewöhnlich eine Anzahl wurmartiger Geschöpfe als besondere Klasse der Würmer aufgeführt, die aber jetzt allgemein als aberrante, eigentümlich ausgebildete Borstenwürmer erkannt worden sind. Einige davon besitzen noch ähnliche Borsten wie die Borstenwürmer, die aber in geringer Anzahl vorhanden und nicht bündelweise angeordnet sind. Eine äußere Gliederung fehlt durchweg; statt der doppelten Bauchganglienkette ist ein einfacher starker Nervenstrang ohne Ganglienanschwellungen vorhanden, der sich vorn in zwei den Munddarm umgreifende Stränge spaltet, die sich mit dem oftmals wenig abgesetzten Gehirn verbinden. Die Segmentalorgane sind sehr groß, aber meistens nur in geringer Anzahl vorhanden, oft nur 1 Paar oder nur ein einziges; sie dienen als Ausführungsgänge der an der Wand der Leibeshöhle gebildeten Geschlechtsstoffe. Die Gephyreen sind getrennten Geschlechts. Sie durchlaufen eine ähnliche Metamorphose wie die typischen Borstenwürmer; hervorzuheben ist, daß in einem Jugendstadium bei gewissen Formen eine Gliederung des Körpers angedeutet ist. Die Lebensweise ist ähnlich wie bei der Mehrzahl der anderen Borstenwürmer; sie gehören alle dem Meere an. — Eine der interessantesten Formen der Gephyreen ist die in verschiedenen europäischen Meeren (z. B. im Mittelmeer) vorkommende *Bonellia viridis.* Das Weibchen dieser Form besitzt am vorderen Ende des kurzen, sackförmigen Körpers einen sehr langen, tentakelähnlichen Kopflappen, der an der Unterseite mit einer bewimperten Rinne versehen ist, mittels welcher dem Munde Nahrung zugeführt wird, wenn nur der Rüssel hervorgestreckt ist, während der übrige Körper versteckt bleiben kann. Körper 5 cm, Kopflappen ausgestreckt 1—2 m lang; nur 2 Borsten, 1 Segmentalorgan. Das zwerghafte Männchen verhält sich ganz anders; es ist 1—2 mm lang, einem Strudelwurm ähnlich, ringsum bewimpert, ohne Mund und After, ohne Kopflappen etc.; es hält sich im Segmentalorgan des Weibchens auf.

2. Unterklasse. **Hirudinea, Egel.**

Der Körper ist im allgemeinen etwas abgeplattet, mit scharfen Seitenrändern, seltener zylindrisch. Die Segmente sind äußerlich durch Querfurchen. ein jedes in mehrere kleine Ringel, geteilt, so daß die Anzahl der Segmente anscheinend mehrmals größer ist als in Wirklichkeit (ähnliches findet man übrigens auch bei manchen Borstenwürmern, z. B. beim Sandwurm, Fig. 202). Borstenfüße und

Borsten fehlen[1]); mit wenigen Ausnahmen sind auch keine Kiemen vorhanden. Das hintere Ende des Körpers ist zu einem kräftigen Saugnapf umgebildet; um die Mundöffnung herum findet sich ebenfalls eine Haftscheibe, die bei einigen ebenso wie die hintere napfförmig ist, während sie bei anderen aus einer längeren, gegliederten Oberlippe und einer kürzeren Unterlippe besteht.

Der Darmkanal besteht aus drei Abschnitten, dem Schlund, dem Chylusdarm und dem Enddarm. Bei der einen Hauptabteilung, den

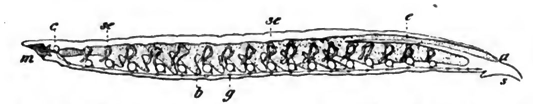


Fig. 203. Darmkanal, Nervensystem und Excretionsorgane einer Hirudinee in den Umriß des Tieres eingezeichnet. *a* After, *b* Darmblindsack, *c* Gehirn, *e* Enddarm, *g* Bauchganglion, *m* Mundsaugnapf, *s* hinterer Saugnapf, *se* Segmentalorgane. — Nach Leuckart.

Kieferegeln, ist der Schlund muskulös und vorn mit drei hervortretenden festen muskulösen Längswülsten, den Kiefern, versehen, die an ihrem scharfen Rand meist mit Zähnchen ausgestattet sind, so daß sie als kleine Sägen benutzt werden können, um ein Loch in der Haut der Beute hervorzubringen; darauf fängt das Einpumpen der Körperflüssigkeiten der letzteren an, das durch den Schlund bewerkstelligt wird. Bei der anderen Abteilung, den Rüsselegeln, ist dagegen am hinteren Ende des dünnwandigen Schlundes eine dünne, muskulöse Röhre, der Rüssel, festgeheftet, der aus der Mundöffnung hervorgestreckt wird und derartig zugespitzt ist, daß er durch die weiche Haut der Beute eingebohrt werden kann. In den Schlund der Egel münden zahlreiche Speicheldrüsen, die ein gerinnungshemmendes Secret absondern, so daß das aufgesogene Blut sich flüssig erhält. Manche Egel saugen übrigens nicht die Beute aus, sondern nehmen dieselbe ganz in den Darm auf. Der Chylusdarm ist eine weite gerade Röhre, die fast immer mit einer größeren oder geringeren Anzahl paariger Blindsäcke versehen ist; die Geräumigkeit des Chylusdarms und seiner Blindsäcke gestattet dem Tiere, eine große Menge Nahrung auf einmal aufzunehmen. Der Enddarm ist enger und öffnet sich auf der Rückenseite oberhalb des hinteren Saugnapfes.

Die Egel sind mit Augen ausgestattet, die sich allgemein am vordersten Ende des Tieres finden, bei einigen Fischegeln außerdem am Hinterrande des hinteren Saugnapfes.

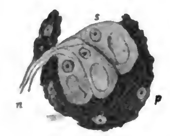


Fig. 204. Schnitt durch das Auge eines Egels, mit einer geringen Zahl von Sehzellen, *s*; *n* Nervenfasern, *p* Pigmentschale. — Nach Hesse, geändert.

1) Eine Uebergangsform zwischen Borstenwürmern und Hirudineen ist *Acanthobdella peledina*, ein auf russischen Süßwasserfischen schmarotzender Egel, bei dem an den fünf ersten Segmenten Borsten (ähnlich wie die der Regenwürmer) vorhanden sind. Auch in gewissen anderen Beziehungen lehnt sich *A.* an die Borstenwürmer an; namentlich ist eine geräumige Leibeshöhle mit Dissepimenten vorhanden, während diese sonst bei den Hirudineen zu gefäßartigen Hohlräumen umgebildet ist (vergl. S. 221).

Die Augen bestehen aus Gruppen eigentümlicher Sehzellen, die unterhalb der Haut liegen und je eine Vacuole mit einem lichtbrechenden Stoff enthalten; gewöhnlich ist eine solche größere oder kleinere Gruppe von Zellen von einer pigmentierten Schale umgeben. Aehnliche Sehzellen finden sich auch unterhalb der Haut zerstreut, gewöhnlich ohne von Pigment begleitet zu sein.

Die Hirudineen, die immer Zwitter sind, besitzen zwei längliche oder rundliche Eierstöcke mit einem gemeinsamen Ausführungsgang, der sich weit vorn auf der Bauchseite öffnet; in den Eileiter münden Eiweißdrüsen. Die rundlichen Hoden sind in größerer Anzahl vorhanden, es finden sich deren 6—12 Paare, jedes Paar in einem Segment; jederseits verläuft ein langer Samenleiter, in den sämtliche Hoden derselben Seite mit je einem kurzen Gang einmünden; beide Samenleiter vereinigen sich zuletzt und münden mit einer unpaaren Oeffnung vor der weiblichen Geschlechtsöffnung. Bei manchen Egeln ist ein Penis vorhanden, bei anderen fehlt er; letztere geben den Samen in Spermatophoren eingeschlossen ab, die während der Begattung an die Haut des anderen Individuums geheftet werden, wonach die Samenkörperchen durch die Haut in das Innere des Tieres und weiter nach den Eierstöcken wandern. — Die Eier werden in hornigen Kapseln (Kokons) abgelegt, die meistens je mehrere Eier und Eiweiß umschließen; die Kapseln, die aus einem erhärteten Secret der Hautdrüsen gebildet sind, haben entweder eine glatte Oberfläche oder sind, wie beim medizinischen Blutegel,

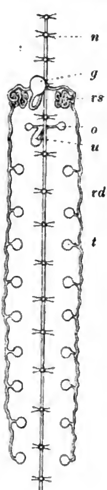


Fig. 205. Geschlechtsorgane einer Hirudinee. *g* Drüse, die Peniswurzel umhüllend, *n* Bauchnervenstrang, *o* Eierstock, *t* Hoden, *u* Eileiter, *rd* Samenleiter, *rs* gewundener Teil desselben. — Nach einer Zeichnung von Spengel.

mit einem schwammigen Ueberzug (erhärtetem schaumartigen Schleim) bedeckt. Wenn die jungen Tiere die Kokons verlassen, sind sie den erwachsenen ähnlich.

Jedes Ei ist natürlich von einer Eihülle umgeben, die bei den Kieferegeln, deren Eizellen sehr klein sind, früh von dem Embryo gesprengt wird; das junge Tier liegt dann frei in dem Eiweiß und wächst schnell heran, indem es das Eiweiß verschluckt. Es ist in diesem Stadium sehr von seiner späteren Gestalt abweichend und besitzt mehrere provisorische Organe (einen Schlund, Muskeln etc.), die zugrunde gehen und durch bleibende Organe ersetzt werden, ehe das Tier den Kokon verläßt. Der Kieferegel durchläuft somit gewissermaßen eine Metamorphose innerhalb des Kokons. — Bei den Rüsselegeln, deren Eier größer sind, findet das nicht statt.

Die Hirudineen, die im Vergleich mit den Borstenwürmern eine kleine und formenarme Gruppe bilden, sind verhältnismäßig reich im Süßwasser vertreten, doch gehört auch eine bedeutende Anzahl dem Meere an; einige leben auf dem Lande (in den Tropen, in Südeuropa etc.), andere gehen jedenfalls häufig aufs Ufer hinauf. Sie leben vom

Raub oder saugen als temporäre Parasiten das Blut größerer Tiere; einige sind stationäre Schmarotzer. Sie kriechen in allbekannter Weise mittels der Saugnäpfe umher, sind aber auch imstande, mittels Biegungen des Körpers zu schwimmen.

1. Kieferegel (*Gnathobdellidae*). Mit Kiefern. Vordere Haftscheibe in eine längere Oberlippe und eine kürzere Unterlippe gesondert. Eizellen klein; die Jungen durchlaufen eine Art Metamorphose innerhalb des Kokons. Alle im Süßwasser oder auf dem Lande.

a) Der medizinische Blutegel (*Hirudo medicinalis*) kommt in verschiedenen Farbenabänderungen an verschiedenen Stellen in Europa im Süßwasser vor (auch in Deutschland). Seine Kiefer sind sehr kräftig, mit spitzen, verkalkten Zähnchen. Das Tier ist oben schmutzig gelbbraun, mit roten Längsstreifen. 10 Augen. Die schwammigen Eierkapseln werden auf dem Lande, am Ufer, abgelegt. Der Blutegel ernährt sich vom Blut verschiedener Tiere: Säugetiere, Frösche, Fische, Schnecken, Würmer etc. — Verwandt ist der dem medizinischen Blutegel in Gestalt und Größe ähnliche *Haemopis vorax*, in Südeuropa und Nordafrika einheimisch, der häufig in die Nasenhöhle, den Schlundkopf und den Kehlkopf verschiedener Säugetiere beim Trinken kommt und zu gefährlichen Zufällen Veranlassung geben kann.

b) Der Pferdeegel (*Aulastomum gulo*), in den süßen Gewässern Deutschlands sehr gemein, ist von ähnlicher Größe wie der medizinische Blutegel; er ist häufig mit Haemopis vorax verwechselt worden. Die Kiefer sind weniger ausgebildet als beim Blutegel. Der Pferdeegel greift keine Säugetiere an, sondern ernährt sich von Regenwürmern und kleineren Wassertieren. Er ist grünlichschwarz mit gelbgrüner Bauchseite. 10 Augen. Die Eierkapseln sind denjenigen des medizinischen Blutegels ähnlich und werden auf dem Lande abgelegt. — Im Süßwasser trifft man außerdem häufig Arten der Gattung *Nephelis* (*Herpobdella*), die kleiner und schmäler sind, nur 7 Augen besitzen und kieferlos sind (anstatt der Kiefer nur drei Längswülste); die Kokons sind glatt und abgeplattet und werden an Wasserpflanzen angeheftet.

2. Rüsselegel (*Rhynchobdellidae*). Mit Rüssel. Vordere Haftscheibe napfförmig. Eizellen größer; keine Metamorphose. Im Süßwasser und im Meere.

a) Die Knorpelegel (*Clepsine*), die man häufig im Süßwasser findet, sind kleine, abgeplattete, fast knorpelharte Hirudineen, die sich hauptsächlich von Schnecken ernähren und ihre in einem sehr dünnen Kokon eingeschlossenen Eier und die Jungen an der Unterseite ihres Körpers umhertragen; letztere erscheint dann napfförmig ausgehöhlt.

b) Die Fischegel (*Piscicola*), mit zylindrischem Körper und glockenförmigem Saugnapf an beiden Enden, leben als Schmarotzer auf Fischen, die meisten Arten auf Meeresfischen. — Denselben nahe verwandt ist der große Rochenegel (*Pontobdella muricata*), mit großen Hautwarzen, auf Rochen, in der Nordsee.

Anmerkung. Eine abweichende Egelform ist die kleine zylindrische, an den Kiemen des Flußkrebses schmarotzende *Branchiobdella astaci*, mit zwei Kiefern, einem blindsacklosen Darm und mit undeutlichem vorderen Saugnapf. Die Verhältnisse der Geschlechtsorgane erinnern an die der Oligochäten, denen das Tier von manchen angeschlossen wird.

3. Unterklasse. **Onychophora.**

Diese Abteilung umfaßt nur die Gattung **Peripatus**, die als ein dem Leben auf dem Lande angepaßter Ringelwurm aufzufassen ist.

Nach ihrem äußeren Aussehen sind die Peripatusarten am meisten gewissen Schmetterlingsraupen ähnlich. Der Körper ist gestreckt, zylindrisch, die Segmente nicht äußerlich voneinander abgegrenzt; die Haut ist gekörnelt und mit feinen Querfurchen versehen. Am Vorderende findet sich ein Paar geringelte Fühler (auch bei Borstenwürmern können derartige Anhänge geringelt sein) und ein Paar einfache Augen von dem in Fig. 32, 5 abgebildeten Typus. In der Mundöffnung befindet sich ein Paar kieferartige Kauwerkzeuge. Auf dem übrigen Körper finden sich zwei Reihen kurzer ungegliederter, aber geringelter Gliedmaßen, die mit je zwei kleinen krallenähnlichen Anhängen versehen sind. Es ist derselbe Hautmuskelschlauch wie bei anderen Ringelwürmern vorhanden; er besteht aus glatten Muskelfasern. Das Nervensystem ist dadurch ausgezeichnet, daß die beiden Bauchstränge auseinandergerückt sind, keine Ganglien aufweisen und durch zahlreiche feine Querstränge verbunden sind. Der Darmkanal ist ein gerader Schlauch, der After befindet sich am hinteren Körperende. Das Herz liegt auf der Rückenseite und ist ein mit seitlichen Spalten ausgestatteter Schlauch; sonstige Gefäße fehlen. Die Respirationsorgane sind durch ein stark entwickeltes System luftführender Röhren vertreten, die sich im Körper verzweigen und mit einer größeren Anzahl feiner, unregelmäßig über die Körperoberfläche verteilter Atemlöcher öffnen. In den meisten Segmenten findet sich ein Paar Segmentalorgane, die nach innen zu mit einer kleinen Blase endigen. Die Geschlechter sind getrennt; die paarigen Geschlechtsorgane münden am hinteren Körperende. Die Peripatus-Arten gebären meistens lebendige Junge.

In neuerer Zeit wurde Peripatus allgemein den Arthropoden zugewiesen; namentlich war dabei das Vorhandensein der oben erwähnten luftführenden Röhren, die den Tracheen der Insecten, Myriopoden etc. ähnlich sind, ausschlaggebend; auch der Bau des Herzens erinnert an die Arthropoden, ebenso wie die Existenz von Krallen als Arthropodenähnlichkeit in Anspruch genommen werden könnte. Aber gewichtige Momente sprechen dagegen: die Augen sind von demselben Typus wie bei den Borstenwürmern, dagegen ganz abweichend von dem Augentypus der Arthropoden; eine vollständige Reihe von Segmentalorganen finden wir sonst bei den Arthropoden nie; auch das Vorhandensein eines Hautmuskelschlauches und der Charakter der Muskelzellen spricht

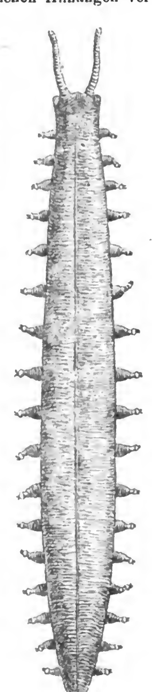


Fig. 206. *Peripatus*, von der Rückenseite. — Nach Balfour.

entschieden gegen die Zugehörigkeit zu den Arthropoden, welche gesonderte Muskeln und quergestreifte Muskelfasern besitzen. Unter diesen Umständen scheint es geboten, die genannten luftführenden Röhren als lediglich den Tracheen analog aufzufassen; ihr Vorhandensein ist durch das Leben auf dem Lande motiviert und ist wieder (vergl. die Insecten) daran schuld, daß das Gefäßsystem rückgebildet erscheint.

Die Arten dieser Gruppe leben ausschließlich in den wärmeren Ländern beider Erdhälften (Westindien, Kapland etc.) an feuchten Stellen, in faulem Holz etc.

2. Klasse. **Enteropneusta.**

Die Enteropneusten (Gatt. *Balanoglossus* u. a.) sind eine kleine Abteilung weicher, wurmförmiger, ungegliederter Tiere (von ein paar

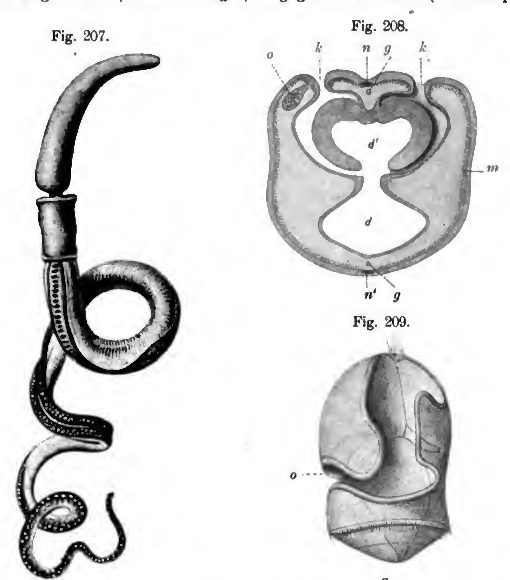


Fig. 207. *Balanoglossus*, c. $^1/_1$. — Nach Spengel.

Fig. 208. Querschnitt durch die Kiemenregion eines *Balanoglossus*, durch zwei Kiemenspalten; auf der rechten Seite sieht man die Scheidewand zwischen der durch den Schnitt getroffenen und der benachbarten Kiemenspalte. *d* und *d'* Darm, *g* Gefäße, *k* Kiemenöffnung, *m* Längsmuskeln, *n* Rückennerv, *n'* Bauchnerv, *o* Eierstock. — Nach Spengel.

Fig. 209. *Tornaria*. *o* Mund, *a* After. — Nach Metschnikoff, geändert.

Zentimeter bis ein paar Meter Länge), die im Meeresboden in ähnlichen Kanälen wie der Sandwurm leben.

Der ungegliederte Körper ist am Vorderende mit einem eichelförmigen sog. Rüssel versehen. Auf diesen folgt eine müffchenähnliche Partie (der Kragen), vorn und hinten durch eine Ringfurche abgegrenzt; in der vorderen, tiefen Furche die Mundöffnung.

Der Darmkanal ist ein gerades Rohr, das den Körper bis ans hintere Ende, wo der After liegt, durchzieht. Dicht an der Mundöffnung, an der dorsalen Wand des Darmkanals, mündet ein Sack, der sich in den Rüssel hinein erstreckt. Der vordere Teil des Darmkanals ist besonders dadurch ausgezeichnet, daß die Wand von einer doppelten Reihe von nach außen sich öffnenden Kiemenspalten durchbrochen ist. Weiter hinten folgt eine Strecke, die oft mit kurzen (die Leibeswand sackförmig hervorwölbenden) Leberschläuchen besetzt ist. Das Zentralnervensystem ist repräsentiert durch einen dorsalen und einen ventralen Nervenstamm, die durch einen hinter dem Kragen liegenden Nervenring verbunden sind; sie liegen (bis auf einen den Kragen durchziehenden Abschnitt, das sog. Kragenmark) in der Epidermis. Die Hauptgefäße sind: ein ventrales und ein dorsales Längsgefäß, welch letzteres im Rüssel mit einem größeren Sinus verbunden ist, der durch ein Ringgefäß mit dem ventralen Gefäß in Verbindung steht. Mit diesen Hauptgefäßen stehen die Gefäße der Leibeswand und der Kiemenspalten in Verbindung. Dem oben genannten Sinus im Rüssel ist dorsal eine geschlossene kontraktile Blase, vielleicht ein Abschnitt der Leibeshöhle, dicht angelagert; durch ihre Kontraktilität wirkt diese Blase als Bewegungsapparat des Blutes — obgleich sie ganz vom Gefäßsystem abgeschlossen ist — und wird als „Herzblase" bezeichnet. Der Rüssel ist im übrigen von einem großen Leibeshöhlenabschnitt erfüllt, der durch ein bis zwei Poren mit der Außenwelt in Verbindung steht; in diesen ragen auch Fortsätze des oben genannten Gefäßsinus hinein, in den sich drüsenartige Partien des Leibeshöhlenepithels einsenken, die wahrscheinlich als Excretionsorgan fungieren. Segmentalorgane fehlen. Die Enteropneusten sind getrennten Geschlechts; es ist eine größere Anzahl Eierstöcke resp. Hoden vorhanden, die durch je einen einfachen Ausführungsgang nach außen münden; sie nehmen denjenigen Teil des Körpers ein, der hinter dem Kragen und vor der Leberregion liegt. Die Entwicklung der Enteropneusten ist dadurch ausgezeichnet, daß sie meistens eine pelagische Larvenform (*Tornaria*) besitzen, die eine überraschende Aehnlichkeit mit Echinodermenlarven besitzt, mit einer ähnlich ausgebuchteten Wimperschnur wie letztere.

3. Klasse. **Nemertina, Schnurwürmer.**

Die Nemertinen sind in der Regel langgestreckte, öfters sogar bandförmige, ungegliederte Tiere von oft bedeutender Länge; die Haut ist überall bewimpert. Am vorderen Ende findet sich gewöhnlich eine Grube auf jeder Seite, oft in Form einer länglichen Spalte an jedem Seitenrand (die Kopfspalten). Oben am Vorderende gewöhnlich eine Anzahl kleiner Augen. An der vordersten Spitze des Tieres ist eine Oeffnung vorhanden, die in einen tiefen ausstülpbaren Blindsack, den Rüssel, führt; im Grunde des eingestülpten Blindschlauches findet

sich bei manchen Nemertinen ein spitzer Stachel, der, wenn der Rüssel ausgestülpt ist, an dessen Spitze liegt, und häufig mündet an derselben

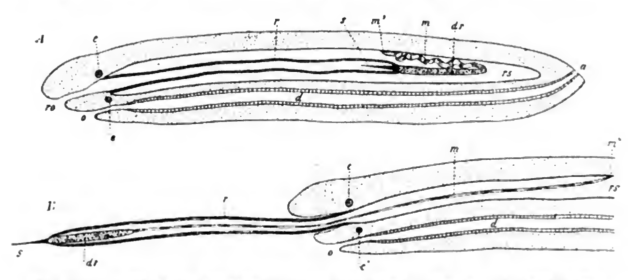
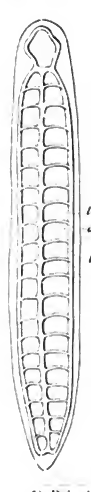


Fig. 210. *A*. Medianer Längsschnitt durch eine Nemertine, um die Verhältnisse des Rüssels zu illustrieren. *B*. Dasselbe, nur der vordere Teil, Rüssel ausgestülpt. Schemata. *a* After. *c* und *c'* Gehirncommissuren. *d* Darm. *dr* Giftdrüse. *m* Rückziehmuskel, *m'* dessen Ursprung an der Rüsselscheide. *o* Mund. *r* Rüssel. *ro* Oeffnung des Rüssels. *rs* Rüsselscheide. *s* Stachel.



Stelle eine Giftdrüse. Bei anderen fehlt der Stachel, dann ist aber der Rüssel mit zahlreichen Rhabditen (s. S. 245), seltener zugleich mit Nesselzellen ausgestattet. Der eingestülpte Rüssel (Fig. 210 *A*) ist von einer muskulösen Rüsselscheide umgeben, und der Raum zwischen beiden ist mit einer Flüssigkeit erfüllt; durch Kontraktion der Rüsselscheide wird der Rüssel aus(um)gestülpt. Von der Wand der Rüsselscheide geht an das hintere Ende des eingestülpten Rüssels ein langer Muskel, der Rückziehmuskel (*Retractor*), der den ausgestülpten Rüssel zurückzieht (vergl. Fig. 210 *B*)[1]). Der Rüssel, der als Waffe und Greifwerkzeug aufzufassen ist, steht in der Regel nicht mit dem Darmkanal in Zusammenhang; letzterer nimmt seinen Anfang unten am Vorderende (hinter der Rüsselöffnung) mit einer spaltförmigen Mundöffnung, läuft als ein meistens mit kleinen paarigen seitlichen Ausstülpungen versehener Schlauch durch den Körper und öffnet sich mit einem After am Hinterende.

Die Zentralorgane des Nervensystems (Fig. 212) sind die Gehirnganglien und zwei diesen entspringende seitliche Nervenstämme (die zahlreiche Ganglienzellen enthalten); ferner ist aber noch ein dritter, schwächerer Längsstamm vorhanden, der längs der

Fig. 211. Umriß einer Nemertine mit eingezeichnetem Gefäßsystem. Schematisch. *d* Rückengefäß, *l* Seitengefäß, *t* Quergefäß.

1) Bei einzelnen Turbellarien findet sich eine Andeutung eines vielleicht entsprechenden Organs in in der Form eines kleinen ausstülpbaren Hautkegels, welcher seinen Platz vor dem Munde hat.

Rückenseite verläuft (Rückennerv); alle drei Längsstämme sind durch zahlreiche den Körper rings umgebende Quercommissuren miteinander verbunden. Zu bemerken ist noch, daß die Gehirncommissur von dem

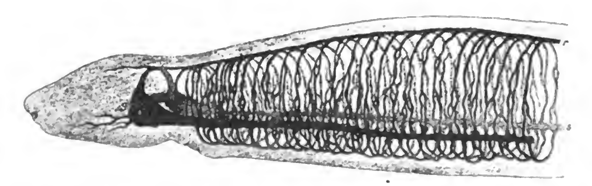


Fig. 212. Vorderende einer Nemertine mit eingezeichnetem Nervensystem. g Gehirn, r Rückennerv, s seitliche Nervenstämme. — Nach Bürger, geändert.

Rüssel durchbohrt wird. Eigentümliche Sinnesorgane sind die sog. Cerebralorgane, Hauteinstülpungen, die durch einen Kanal mit der Außenwelt in Verbindung stehen (sie münden in die Kopfspalten, wenn solche vorhanden sind) und mit ihrem inneren Ende in der Nähe des Gehirns liegen, dem sie entweder direkt angelagert oder mit dem sie durch einen Nerven verbunden sind. Auch die oben erwähnten Kopfspalten sind als Sinnesorgane aufzufassen. Otocysten (dem Gehirn eingeschlossen) kommen nur bei ganz wenigen Nemertinen vor. Im Gegensatz zu anderen Plattwürmern besitzen die Nemertinen ein Blutgefäßsystem (Fig. 211), meistens aus drei Hauptlängsstämmen bestehend, zwei seitlichen und einem dorsalen, die vorne und hinten miteinander in Verbindung stehen und außerdem durch Quergefäße

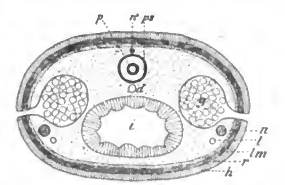


Fig. 213. Schematischer Querschnitt einer Nemertine. d Rückengefäß, g Geschlechtsdrüse, h Haut, i Darm, l Seitengefäß, lm Längsmuskelschicht, n seitlicher, n' dorsaler Nervenstamm, p Rüssel, ps Rüsselscheide, r Ringmuskelschicht.

verbunden sind, die jedoch bisweilen fehlen, ebenso wie auch das Rückengefäß fehlen kann. Bei manchen besteht das ganze Gefäßsystem nur aus den genannten Gefäßen; bei anderen gehen von ihnen in verschiedener Zahl Aeste aus. Das Blut strömt im Rückengefäß von hinten nach vorne, in den Seitenstämmen von vorne nach hinten; es ist farblos oder rot. Eine Leibeshöhle fehlt, ist aber eine Zeitlang beim Embryo vorhanden. Der Excretionsapparat, der gewöhnlich auf den vorderen Teil des Tieres beschränkt ist, ist meistens jederseits durch einen Längskanal vertreten, der mit zahlreichen Aesten ausgestattet ist, die mit ähnlichen kolbig angeschwollenen Enden wie bei den Plattwürmern ausgestattet sind; jedes Endkölbchen ist durch eine eine Wimperflamme tragende Zelle geschlossen (vergl. die Plattwürmer S. 245, Fig. 216) — also etwas Aehnliches wie die Soleno-

cyten der Anneliden, jedoch nicht genau wie diese. Jeder Längskanal öffnet sich an der Seite durch ein Querkanälchen oder (seltener) durch mehrere solche. Seltener sind mehrere getrennte Excretionsorgane jederseits vorhanden. Die Nemertinen sind fast immer getrennten Geschlechts. Die Geschlechtsorgane besitzen einen einfachen Bau; sowohl von Eierstöcken wie von Hoden sind viele vorhanden, die mit je einem kurzen Ausführungsgang an der Seite des Körpers münden; es existieren keine Anhangsorgane, meist auch keine Begattungsorgane.

Einige Nemertinen durchlaufen eine Metamorphose, die dadurch ausgezeichnet ist, daß bedeutende Teile des Larvenkörpers ab-

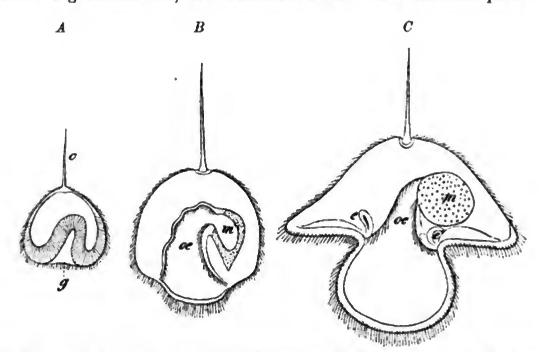


Fig. 214. Drei Larvenstufen einer Nemertine; die älteste Larve (*C*) ist ein sog. *Pilidium*. *c* Geißelschopf, *g* Gastrulamund, *e* und *e'* Ectodermeinstülpungen, aus denen ein großer Teil des definitiven Nemertinenkörpers entsteht; *m* Magen, *oe* Speiseröhre. — Nach Metschnikoff.

geworfen werden. Die Larve, die zuweilen eine sehr eigentümliche Form besitzt (*Pilidium*, Fig. 214), schwimmt frei im Meer umher.

Die Nemertinen leben größtenteils im Meere, wo sie sich meistens am Boden aufhalten, eine kleinere Anzahl im Süßwasser oder auf dem Lande. Sie ernähren sich von anderen Tieren. Einige wenige Nemertinen sind Schmarotzer (z. B. *Malacobdella*, in der Mantelhöhle von Mya und anderen Muscheltieren).

Eine in den europäischen Meeren lebende Nemertine, *Lineus longissimus*, erreicht bei einer Körperbreite von 8 mm zuweilen eine Länge von 13 m und mehr; die meisten Arten sind nur wenige Zentimeter, einige gar nur wenige Millimeter lang.

Die Nemertinen sind wahrscheinlich von den Anneliden abgeleitet, unter Rückbildung der Leibeshöhle und der Segmentation. Abweichend von den Anneliden ist auch das Vorhandensein eines Rückennervenstammes, der aber bei Annelidenlarven vorhanden ist. Die Seitennerven der Nemertinen entsprechen offenbar den Bauchnerven der Anneliden. Der Rüssel der Nemertinen ist möglicherweise ein eingestülpter Tentakel, die Rüsselscheide eine Ampulle (Ueberrest des Wassergefäßsystems, vergl.

S. 224, Fig. 193). Wichtige Anknüpfungen geben das Gefäßsystem und auch die Excretionsorgane; manche Anneliden besitzen auch Wimpergruben, die den Kopfspalten der Nemertinen entsprechen.

4. Klasse. **Plathelminthes, Plattwürmer.**

Die Plattwürmer sind bilateral-symmetrische, ungegliederte, meistens stark abgeplattete Tiere. Der Körper ist weich, Gliedmaßen fehlen; dagegen finden sich häufig muskulöse Saugnäpfe an der Unterseite oder am Vorderende des Körpers. Eine Leibeshöhle fehlt, alle Organe sind in eine weiche Bindegewebsmasse (Parenchym) eingebettet (parenchymatöse Würmer); auch ein After und ein Gefäßsystem fehlen. Der Darmkanal ist entweder ein einfacher Sack, oder er ist mehr oder weniger verästelt; bei vielen schmarotzenden und bei einigen freilebenden Formen fehlt er. Der Zentralteil des Nervensystems ist durch einen doppelten, am vorderen Körperende liegenden Nervenknoten, das Gehirn, vertreten, von dem nach den verschiedenen Teilen des Körpers Nervenstämme ausgehen; nach hinten verlaufen vom Gehirn aus mehrere Längsstämme, die oft durch feine Querstämme (Commissuren) verbunden sind; die Nervenstämme enthalten zerstreute Nervenzellen. Bei manchen finden sich, namentlich am Vorderende, Augen von dem in Fig. 34, 1—2 (S. 31) abgebildeten Typus, seltener Otocysten. Der Excretionsapparat ist in Form eines reich

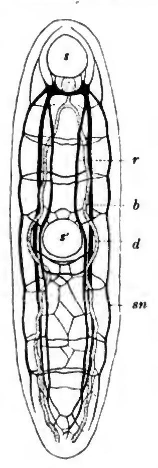


Fig. 215. Nervensystem eines *Distomum* (von der Rückenseite gesehen; die bauchständigen Saugnäpfe schimmern durch). *b* Bauchnerv, *d* Darm, *r* Rückennerv, *s* vorderer, *s'* hinterer Saugnapf, *sn* Seitennerv. — Nach Gaffron.

verzweigten Systems dünnwandiger Röhren vorhanden, das sich meistens am hinteren Teil des Körpers mit einer einfachen oder doppelten Mündung öffnet; vor seiner Oeffnung besitzt der Hauptstamm zuweilen eine kontraktile Erweiterung (Harnreservoir). Besonders charakteristisch verhalten sich die feinsten Endäste des Röhrensystems (Fig. 216); sie enden mit je einer kleinen becherförmigen Erweiterung, die durch eine große Zelle geschlossen ist, die an ihrer dem Lumen der Röhre zugekehrten Seite eine sehr kräftige, in die Röhre hineinragende Geißel („Wimperflamme", aus vielen zusammengelegten Cilien bestehend) trägt. Aehnliche Geißelzellen können auch an anderen Stellen der Wand der Röhren vorhanden sein. — Die Plattwürmer sind Zwitter, und zwar mit gesonderten Hoden

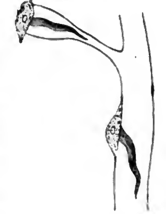


Fig. 216. Stückchen des Excretionsorgans eines Plattwurmes; schematisiert.— Orig.

und Eierstöcken; dazu kommen noch verschiedene Anhangsorgane, so daß der ganze Geschlechtsapparat oft sehr kompliziert wird. Die Geschlechtsöffnungen liegen meistens auf der Unterseite. Gewöhnlich ist ein Begattungsorgan vorhanden.

Von den Anhangsorganen der weiblichen Geschlechtswerkzeuge sind besonders hervorzuheben die häufig vorhandenen Dotterstöcke, in denen die sog. Dotterzellen gebildet werden, die mit der Eizelle zusammen in die Eischale eingeschlossen werden, um später dem Embryo als Nährmaterial zu dienen. Außerdem wird auch die Eischale von den Dotterzellen abgesondert. Mit dem Geschlechtsapparat ist häufig auch eine sog. Schalendrüse verbunden, deren Bedeutung bislang unsicher ist.

1. Turbellarien. In der Regel freilebend, Oberfläche mit Wimperhaaren. Darmkanal (meistens) vorhanden.
2. Trematoden. Schmarotzer, ohne Wimperhaare. Darmkanal vorhanden.
3. Cestoden. Schmarotzer, ohne Wimperhaare. Darmkanal stets fehlend. Bilden in der Regel kettenförmige Stöcke.

Die Plattwürmer schließen sich eng an die Nemertinen an, von denen sie abzuleiten sind durch Rückbildung des Afters und des Gefäßsystems. Sie stimmen mit ihnen in dem Abhandensein der Leibeshöhle und im Bau des Excretionsapparats. Auch das Nervensystem ist ähnlich. Stark kompliziert haben sich die Geschlechtsorgane.

1. Ordnung. **Turbellaria, Strudelwürmer.**

Die Turbellarien sind Tiere von verschiedener, meistens jedoch geringer Größe, deren Haut überall mit Wimperhaaren bekleidet ist, die für die Bewegung des Tieres (sowie wohl auch für die Atmung) wichtig sind; viele sind lebhaft, manche prachtvoll gefärbt. Von den Epidermiszellen enthält gewöhnlich ein Teil sog. „Rhabditen", feine

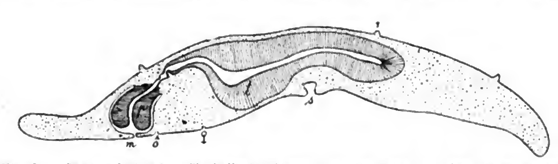


Fig. 217. Längsschnitt einer Turbellarie (*Cycloporus papillosus*), um das Verhalten des Schlundes zu zeigen; von den durch den Schnitt getroffenen Organen ist nur der Darm eingezeichnet. *m* Mundöffnung, *p* vorstreckbarer Schlund, *r* Rückenpapille, *s* Saugnapf, *t* Darm; ♂ männliche, ♀ weibliche Geschlechtsöffnung. Vergr. — Nach Lang, geändert.

kurze nadelförmige Körperchen, die aus den Zellen herausgeschossen werden können; gewisse Turbellarien besitzen Nesselzellen, ähnlich denen der Cölenteraten. Sie sind mit Augen von verschiedener Zahl am Vorderende oder längs des ganzen Randes, zuweilen auch mit einer Otocyste versehen; häufig findet sich auch ein Paar kurzer Tentakel am Vorderende, während der Körper im übrigen gewöhnlich glatt erscheint, nicht selten ist jedoch ein kleiner Saugnapf an

der Unterseite vorhanden. Die Mundöffnung liegt auf der Unterseite, bald in der Nähe des vorderen Endes, bald in der Mitte, bald näher oder gar dicht am hinteren Ende; sie führt in eine Mundhöhle hinein, die oft mit einem eigentümlichen, vorstreckbaren muskulösen Schlund (Pharynx) ausgestattet ist; dieser Schlund ist ein an beiden Enden offener, kürzerer oder längerer Schlauch, der mit dem einen Ende hinten in der Mundhöhle festgeheftet ist, während das andere Ende aus der Mundöffnung hervorgeschoben werden kann, um die Beute zu ergreifen; er ist als eine große muskulöse Ringfalte der Mundhöhle aufzufasssen (Fig. 217). In anderen Fällen ist der als Schlund bezeichnete Teil eine einfache muskulöse ringförmige Verdickung der Mundhöhlenwand und kann nicht hervorgeschoben werden; in wenigen Fällen fehlt er sogar völlig. An die Mundhöhle schließt sich der eigentliche Darm, der bei einigen ein einfacher Sack (Rhabdocölen) ist, während er bei anderen Aeste aussendet (Dendrocölen), die sich im Körper ähnlich wie die Rippen eines Blattes verästeln. Bei gewissen Turbellarien (Acölen) fehlt der Darmkanal, während jedoch eine Mundöffnung noch vorhanden ist; die Nahrung wird in die weiche Grundmasse des Körpers aufgenommen und verdaut. — Bei einigen Formen findet eine Fortpflanzung durch Querteilung statt, durch die bisweilen auch kleine Ketten gebildet werden, indem die Teilstücke eine Zeitlang in Zusammenhang bleiben; vor der Ablösung eines Teilstückes ist eine Mundhöhle, Gehirn etc. in demselben gebildet worden. Einzelne pflanzen sich dadurch fort, daß kleinere Stücke des Hinterendes sich ablösen und zu neuen Individuen werden. — Von den Meeresturbellarien durchlaufen einige eine Metamorphose; die Larven schwimmen frei umher und sind mit Fortsätzen ausgestattet, die bei den erwachsenen Tieren fehlen.

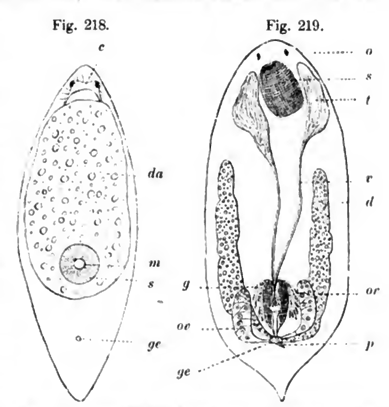


Fig. 218. Umriß einer rhabdocölen Turbellarie (*Mesostomum splendidum*) mit eingezeichnetem Darm und Gehirn. *c* Gehirn. *da* Darm, *ge* Geschlechtsöffnung, *m* Mundöffnung, *s* Schlund. Vergr. — Nach v. Graff.

Fig. 219. Umriß einer rhabdocölen Turbellarie (*Provortex affinis*) mit den Geschlechtsorganen. *d* Dotterstock, *g* mit dem männlichen Apparate verbundene Drüsen, *ge* Geschlechtsöffnung, *o* Auge, *or* Eierstock, *p* Penis, *s* Schlund (Darm fortgelassen), *t* Hoden, *v* Samenleiter. Vergr. — Nach v. Graff.

Die Turbellarien sind besonders zahlreich im Meere vertreten, nicht wenige Arten leben im Süßwasser, einige („Landplanarien") auf

dem Lande an feuchten Stellen (besonders in den Tropen). Vermittelst der Schwingungen der Wimperhaare und durch kleine Bewegungen der Körpermuskulatur gleiten sie im Wasser und über darin befindliche

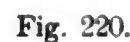








Fig. 220. *Planaria lactea*, eine Süßwasser-Turbellarie, Schlund hervorgestreckt vergr. — Nach O. Schmidt.
Fig. 221. Larve einer Meeres-Turbellarie, vergr. — Nach Lang.

fremde Gegenstände fort. Ihre Nahrung besteht aus anderen Tierchen, z. B. kleinen Crustaceen, die durch den Schlund ergriffen und ausgesogen werden.

Von einheimischen Formen nennen wir die ein paar Zentimeter langen Arten der Gatt. *Planaria* mit verzweigtem Darmkanal (Fig. 220). Auf dem Lande lebt die seltene *Geoplana terrestris*.

2. Ordnung. **Trematoda, Saugwürmer.**

Die Trematoden, die immer als Schmarotzer leben, sind mit den Turbellarien nahe verwandt. Sie unterscheiden sich von diesen dadurch, daß sie nur im Larvenzustande Wimperhaare an der Oberfläche besitzen, während ihnen später solche fehlen; sie sind meistens blaß oder unansehlich gefärbt. Der Körper, der eine etwas festere Beschaffenheit als derjenige der Turbellarien besitzt, ist mit einer deutlichen Cuticula versehen, die zuweilen kleine Stacheln trägt, und mit einer verschiedenen Anzahl kräftiger Saugnäpfe, zuweilen auch mit hornigen Haken ausgestattet; diese Haftwerkzeuge sind besonders bei denjenigen Formen stark entwickelt, die als Schmarotzer auswendig an anderen Tieren leben. Augen fehlen bei den Binnenschmarotzern meistens, während sie bei den Außenschmarotzern öfters vorhanden

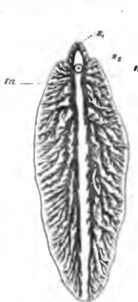


Fig. 222. Umriß und Darmkanal des Leberegels, ca. $^{2}/_{1}$. s_1 vorderer, s_2 hinterer Saugnapf, *ta* Darm. — Nach Thomas.

sind. Die Mundöffnung, die sich häufig am Grunde eines Saugnapfes befindet, liegt meistens am Vorderende des Tieres; sie führt in einen mit muskulöser Wand versehenen Schlund hinein, der als Pumpapparat wirkt. Der Schlund setzt sich in den eigentlichen

Darm fort, der selten ein einfacher Sack[1]), in der Regel gabelförmig in zwei symmetrische Aeste geteilt ist, die bei zahlreichen monogenen und einzelnen digenen Trematoden (Fig. 222) wiederum feinere Aeste aussenden, während sie bei den meisten digenen (Fig. 223; 227 C) unverzweigt bleiben. Die Trematoden sind mit wenigen Ausnahmen hermaphroditisch, bei einigen (vergl. unten) kommen aber dabei weibliche, parthenogenetische Generationen vor.

Aus dem befruchteten Ei der Trematoden entwickelt sich allgemein eine bewimperte Larve, die eine Zeitlang im Wasser umherschwimmt. Bei den digenen Trematoden findet eine Heterogonie statt: eine hermaphroditische Generation wechselt mit einer oder mehreren parthenogenetischen Generationen ab, die in einem anderen Wirt schmarotzen und wesentlich abweichend gestaltet sind (vergl. unten).

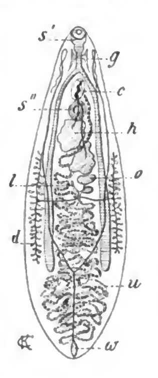


Fig 223. Geschlechtsorgane und Darmkanal etc. von *Distomum lanceolatum*. *c* Begattungsorgan, *d* Dotterstock, *g* Ganglion, *h* Hoden, *l* auf dem Rücken mündender Kanal von unbekannter Funktion (bei anderen Formen Begattungsweg), *o* Eierstock, *s'*—*s''* Saugnäpfe, *u* Uterus, *w* Excretionsorgan. — Aus Hertwig.

1. Unterordnung. **Polystomea, monogene Trematoden.**

Fast immer Ectoparasiten, in der Regel mit mehr als zwei Saugnäpfen, oft auch mit Haken; ohne Heterogonie. Die meisten sind Schmarotzer an Fischen (Haut, Kiemen).

1. Die Gattung *Tristomum* umschließt große (bis ungefähr 2 cm lange), breite, mit einem sehr großen Saugnapf am Hinterende und zwei kleinen Saugnäpfen am Vorderende ausgestattete Arten, die an verschiedenen Meeresfischen schmarotzen.

2. *Polystomum integerrimum* (Fig. 224) lebt in der Harnblase des Frosches; am vorderen Ende 4 Augen, am hinteren 6 große Saugnäpfe und mehrere Haken von verschiedener Größe. Im Frühjahr werden die Eier abgelegt, die durch den After des Wirtes nach außen gelangen und sich im Wasser im Laufe einiger Wochen entwickeln. Die Larven sind mit Wimpergürteln, Augen und mit einem Kranz von 16 Haken auf einer Scheibe am Hinterende versehen; die Saugnäpfe der Erwachsenen fehlen noch. Die Larven wandern in die Kiemenhöhle der Froschlarven ein, wo sie die Wimperhaare verlieren und ein oder zwei Paare von Saugnäpfen ausbilden; sie bleiben hier, bis die Kiemen des Wirtes zu schrumpfen anfangen, und wandern dann

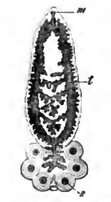


Fig. 224. *Polystomum integerrimum*, von der Bauchseite. *m* Mund, *s* Saugnapf, *t* Darm. — Nach Zeller.

1) Bei den parthenogenetischen Generationen der digenen Trematoden ist der Darm jedoch entweder einfach sackförmig, oder er fehlt völlig (vergl. das unten von Distomum hepaticum Mitgeteilte).

(durch den Darmkanal des Frosches) in die Harnblase, wo sie sich weiter entwickeln.

3. *Diplozoon paradoxum,* das „Doppeltier" (Fig. 225), lebt an den Kiemen verschiedener Süßwasserfische. Die Larve ist mit Wimperhaaren versehen, die verloren gehen, nachdem jene sich an den Kiemen festgeheftet hat. Der junge Schmarotzer ist ein langgestrecktes Tier mit zwei Saugnäpfen am Vorderende und mehreren am Hinterende; außerdem besitzt er an der Bauchseite etwas hinter der Mitte einen Saugnapf und ungefähr diesem gegenüber an der Rückenseite einen kegelförmigen Zapfen.

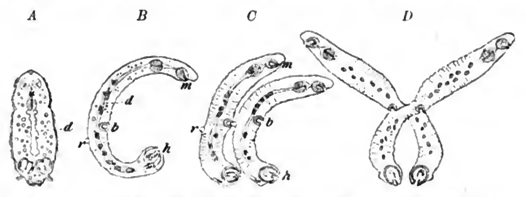


Fig. 225. *Diplozoon paradoxum.* *A* freischwimmende Larve. *B* Einzelindividuum. *C* zwei Individuen, welche angefangen haben, sich miteinander zu verbinden; das linke hat mit seinem Bauchsaugnapf den Rückenzapfen des anderen ergriffen. *D* dieselben nach erfolgter Vereinigung; jedes hat den Rückenzapfen des anderen erfaßt. *b* Bauchsaugnapf, *d* Darm, *h* Haftapparat am Hinterende, *m* Mundöffnung, *r* Rückenzapfen. — Nach Zeller.

Nach einiger Zeit verbinden sich die jungen Tiere paarweise miteinander, in der Weise, daß ein Individuum mit seinem Bauchsaugnapf den Rückenzapfen eines anderen ergreift und letzteres sich dann umdreht und mit seinem Saugnapf den Rückenzapfen des ersteren ergreift, so daß die Tiere kreuzweise miteinander verbunden werden; in dieser Stellung verwachsen beide und bleiben lebenslänglich vereint; nach der Verwachsung wächst das Doppeltier noch bedeutend.

2. Unterordnung. **Distomea, digene Trematoden.**

Endoparasiten, mit ein oder zwei Saugnäpfen (selten ganz ohne solche); mit Heterogonie. Die hermaphroditische Generation in Wirbeltieren, die parthenogenetischen in niederen Tieren. Nachstehend führen wir einige wenige Beispiele an.

1. *Distomum hepaticum* (*Fasciola hepatica*), der Leberegel (Fig. 222). Die hermaphroditische Generation findet sich häufig in den Gallengängen der Leber, namentlich beim Schafe und beim Rind (seltener in anderen Säugetieren[1]); 3 cm lang. Außer dem Saugnapf am Vorderende, in dessen Grunde die Mundöffnung liegt, findet sich in einigem Abstand vom Vorderende ein kleiner Bauchsaugnapf. Das Tier ernährt sich durch Blutsaugen, Darmkanal stark verästelt. Die mikroskopischen Eier gelangen mit der Galle in den Darm des Wirtes und vom letzteren ins Freie hinaus. Fallen sie ins Wasser oder an eine feuchte Stelle, so schlüpft aus jedem eine mit zwei Augen und mit Wimperhaaren ausgestattete Larve aus, die am vorderen Ende einen kleinen Zapfen besitzt, mittels dessen sie

1) Auch im Menschen, aber selten, gefunden.

sich durch die Haut einer bestimmten Art von Süßwasserschnecken (*Limnaeus truncatulus*) einbohrt; ist diese kleine Schnecke an der betreffenden Stelle nicht vorhanden, so geht die Larve zugrunde [1]). In die Schnecke eingedrungen, wirft sie das Wimperkleid ab, und in dem kleinen darmlosen Tiere (erste parthenogenetische Generation) bildet sich eine Anzahl von Eiern, während das Tier gleichzeitig wächst („Sporocyste"). Die Eier entwickeln sich ohne Befruchtung innerhalb der Mutter zu kleinen Trematoden, die sich namentlich durch das Vorhandensein eines Schlundes

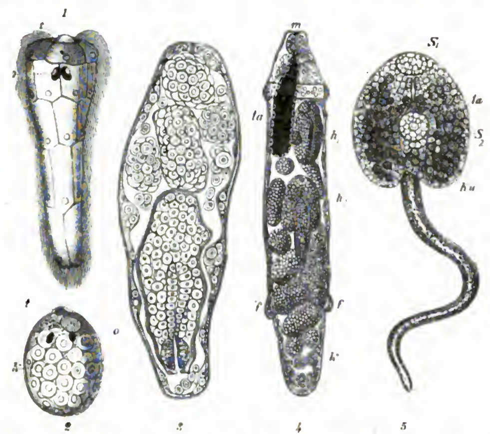


Fig. 226. *Distomum hepaticum.* *1* eben aus dem Ei ausgeschlüpfte Larve. *t* Bohrzapfen, *o* Auge. — *2* dieselbe, nachdem sie in die Schnecke eingedrungen ist und das Wimperkleid verloren hat. *k* Ei. — *3* dieselbe später: erste parthenogenetische Generation (Sporocyste). — *4* zweite parthenogenetische Generation (Redie). *f* gliedmaßenartige Vorsprünge, h_1—h_2 ausgebildete Cercarien, *k* Cercarienembryo, *m* Mund, *ta* Darm, *v* Geschlechtsöffnung. — *5* Cercarie. *ku* Drüsen, deren Secret die Kapsel bildet, S_1—S_2 die beiden Saugnäpfe, *ta* Darm. — Alle Figg. vergr. — Nach Thomas, *4* etwas geändert.

und eines einfachen sackförmigen Darmes von der Mutter unterscheiden („Redie") [2]); sie durchbrechen die Körperwand der letzteren und wandern in der Schnecke umher, deren Leber sie verzehren (zweite parthenogenetische Generation). In ihnen entwickeln sich ebenfalls ohne Befruchtung Eier, die zu je einer kleinen, mit gabligem Darm und schwanzartigem Anhang ausgestatteten „Cercarie" werden, die durch eine Oeffnung am mütterlichen Körper auswandert, um nachher auch aus der Schnecke auszubrechen; die Cercarie schwimmt einige Zeit lebhaft im

1) In Ländern, wo L. truncatulus fehlt, werden verwandte Formen dessen Rolle übernehmen, wie auch in gewissen Fällen nachgewiesen wurde.

2) Wenn ein Darm vorhanden ist, wird ein parthenogenetischer Trematode als „Redie", wenn der Darm fehlt, als „Sporocyste" bezeichnet.

Wasser umher, heftet sich dann an einer Pflanze fest, wirft den Schwanz ab und sondert einen Schleim aus, der um ihren Körper zu einer festen Kapsel erhärtet. Wird sie in diesem Zustand von einem Schaf oder Rind mit der Nahrung aufgenommen, so löst sich die Kapsel im Magensaft auf, und der junge Trematode wandert in die Leber hinein, wo er sich zur Geschlechtsreife entwickelt (die hermaphroditische Generation). In dem eingekapselten Zustand finden sie sich nicht nur an Wasserpflanzen, sondern auch an Landpflanzen, indem die Schnecke häufig das Wasser verläßt und auf angrenzenden Wiesen umher wandert. — Eine andere, kleinere *Distomum*-Art, *D. lanceolatum* (ca. 1 cm. lang) mit einfach gabeligem Darm (Fig. 223) lebt ebenfalls in der Leber des Schafes etc., manchmal in großer Zahl. Entwicklungsgang nicht festgestellt.

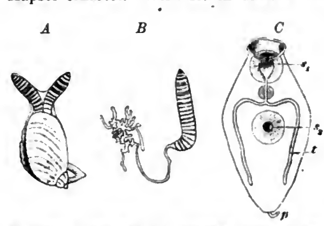


Fig. 227. *A* Schnecke mit *Leucochloridium paradoxum* in beiden Fühlern, *B* dasselbe aus der Schnecke herauspräpariert, *C Distomum macrostomum*. *p* Penis, s_1 vorderer, s_2 hinterer Saugnapf, *t* Darm. *A* und *B* nat. Gr., *C* $^{20}/_1$. — Nach Zeller.

2. *Leucochloridium paradoxum* (Fig. 227) ist die parthenogenetische Generation eines Trematoden, die in der an feuchten Stellen lebenden Schnecke *Succinea amphibia* schmarotzt. Dieselbe ist dadurch merkwürdig, daß sie als ein vielfach verästelter Schlauch erscheint, von dessen Aesten einige eine sehr starke Entwicklung erlangen und als dicke, lebhaft gefärbte wurstförmige Körper in die Fühler der Schnecke eindringen und dieselben stark ausdehnen. Verschiedene insectenfressende Vögel reißen die soeben erwähnten Teile des Schmarotzers aus der Schnecke; in diesem Fall kann die Schnecke weiterleben und ein neuer Ast des Leucochloridiums in den Fühler hineinrücken; in dem Darmkanal der betreffenden Vögel wie auch in dem verschiedener Sumpfvögel, welche die ganze Schnecke verzehren, erlangen die in den wurstförmigen Körpern enthaltenen jungen Trematoden ihre vollständige Entwicklung und werden zu der normal gebauten hermaphroditi-



Fig. 228. Männchen (♂) und Weibchen (♀) von *Bilharzia haematobia*. $^{12}/_1$. — Nach Leuckart.

Fig. 229. Ei mit Embryo derselben. $^{600}/_1$. — Nach Cobbold.

schen Generation, die unter dem Namen *Distomum macrostomum* beschrieben ist.

3. *Bilharzia haematobia* (Fig. 224) ist ein getrennt-geschlechtlicher langgestreckter Trematode, der besonders dadurch ausgezeichnet ist, daß an der Unterseite des Männchens durch Einrollen der Seitenränder eine tiefe Rinne entsteht, worin das weit dünnere fadenförmige Weibchen liegt. 1—2 cm lang. In den Venen der Eingeweide des Menschen, nur in Afrika, hier aber weit verbreitet. Die Eischale (Fig. 229), mit einem Dorn am einen Ende, durchbohrt die Harnblase oder den Enddarm des Wirtes und gelangt nach außen; der im Ei eingeschlossene Embryo wird im Wasser frei; parthenogenetische Generation in Süßwasser-Schnecken, Cercarien mit dem Trinkwasser in den Mensch hinein. Die Bilharzia verursacht ein chronisches Blutharnen (Hämaturie) etc., und die dadurch hervorgerufene Krankheit kann den Tod herbeiführen.

3. Ordnung. Cestoda, Bandwürmer.

Die Bandwürmer unterscheiden sich dadurch von den Trematoden, mit denen sie nahe verwandt sind, daß ihnen ein Darmkanal fehlt und daß sie fast immer kettenförmige Stöcke bilden.

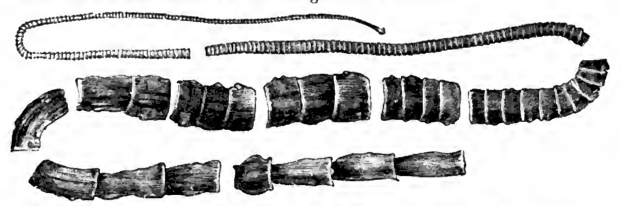


Fig. 230. *Taenia mediocanellata*, Stücke der Kette in natürl. Gr. — Nach Leuckart.

Eine Bandwurmkette besteht zuvörderst aus einem ungeschlechtlichen Individuum, dem sogenannten „Kopf“ (Scolex), der mit Saugnäpfen, Haken oder anderen Haftapparaten an seinem Vorderende ausgestattet ist. Hinter dem Kopfe folgt eine größere oder kleinere Reihe von „Gliedern“ (Proglottiden), d. h. Geschlechtsindividuen von verschiedener Entwicklungsstufe und verschiedener Größe, die durch Einschnürungen voneinander getrennt sind; die dem Kopf am nächsten sitzenden Glieder sind die jüngsten, die von ihm entferntesten die ältesten und größten; neue „Glieder“ werden dadurch gebildet, daß die hintersten Teile des Kopfes sich abschnüren. Wenn die Entwicklung der Glieder so weit vorgeschritten ist, daß sie reife Eier in größerer Anzahl enthalten, trennen sie sich im allgemeinen von der Kette ab; bei einigen Bandwürmern geschieht dies jedoch schon auf einer früheren Stufe, und später wachsen die abgelösten Glieder selbständig weiter; in anderen Fällen bleibt die Kette im Gegenteil dauernd in Zusammenhang. Die Anzahl der Glieder einer Kette kann von ganz wenigen bis auf viele Hunderte steigen.

Nach einer anderen, in den letzteren Jahren vielfach vertretenen Auffassung wäre die Bandwurmkette kein Stock, sondern ein Einzelindividuum mit einer großen Anzahl von Geschlechtsapparaten. Dieser Auffassung

widerspricht aber die Tatsache, daß bei einigen Bandwürmern die „Glieder“ in ganz unreifem Zustande von der Kette abgelöst werden, nach der Ablösung bedeutend an Größe zunehmen (bisweilen sogar größer werden als die ganze Kette), Geschlechtsorgane ausbilden, geschlechtsreif werden und sich begatten; bisweilen sind sie auch mit einem bestachelten Haftlappen (ähnlich wie manche Distomen) am Vorderende ausgestattet, womit sie sich der Darmwand anheften. Der Charakter dieser Proglottiden als selbständige Individuen erscheint damit unzweifelhaft.

Die ausgebildete Bandwurmkette findet sich ausschließlich im Darm der Wirbeltiere, an dessen Wand sie durch die am Kopfe vorhandenen Haftwerkzeuge angeheftet ist: sie ernährt sich durch Aufsaugung des Darminhaltes (durch die Haut)[1]. Der Bandwurm verbringt aber nicht sein ganzes Leben an dieser Stelle oder in demselben Wirt; auf einer jüngeren Stufe, im sog. Finnenzustande, lebt er in einem anderen Wirt und in einem anderen Teil des Wirtkörpers. Im Finnenstadium besteht der Bandwurm öfters nur aus dem „Kopfe“; in anderen Fällen jedoch aus dem Kopfe und einer Anzahl von Gliedern, die aber niemals geschlechtsreif sind. Die Geschlechtsreife und vollständige Ausbildung wird erst erreicht, wenn die Finne in den Darmkanal eines anderen Wirtes übergeführt wird, was gewöhnlich in der Weise stattfindet, daß der zweite Wirt den ersten, und damit zugleich den Schmarotzer, verzehrt. Die erste Entwicklung, bis zum Finnenstadium, gestaltet sich verschieden bei verschiedenen Formen, worüber die unten gegeben Daten bei den Gattungen Taenia und Bothriocephalus zu vergleichen sind.

Hinsichtlich ihres Baues schließen sich die Bandwürmer, vom Fehlen eines Darmkanals abgesehen, im ganzen eng an die Trematoden an. Die Geschlechtsorgane (Fig. 231) sind hermaphroditisch, von sehr kompliziertem Bau: in jedem „Glied“ findet sich ein vollständiger Geschlechtsapparat, der mit dem der übrigen Glieder meist in keiner Verbindung steht. Dagegen erstrecken sich das Nervensystem und die Excretionskanäle ununterbrochen durch alle Glieder hindurch.

Den Uebergang zu den Trematoden scheinen die bei verschiedenen Fischen schmarotzenden Gattungen *Amphilina* (beim Stör), *Caryophyllaeus* (bei Karpfenfischen) u. a. zu bilden, bei denen es nicht zu einer Kettenbildung kommt: der ungegliederte Körper enthält nur einen Geschlechtsapparat; wie andere Bandwürmer sind sie übrigens darmlos. Gewisse andere Bandwürmer sind den erwähnten Formen insofern ähnlich, als sie äußerlich ungegliedert erscheinen, während sie tatsächlich wesentlich andere Verhältnisse darbieten, indem eine deutliche innere Gliederung durch die Mehrzahl der Geschlechtsapparate ausgesprochen ist; bei solchen Formen kommt es nicht zu einer Ablösung der Geschlechtsindividuen, und eine derartige Kette kann etwa einem derjenigen Korallenstöcke verglichen werden, deren einzelne Individuen mehr als gewöhnlich miteinander zusammenfließen.

Die meisten Bandwürmer der Säugetiere und Vögel gehören den Gattungen *Taenia*[2] und *Bothriocephalus*, namentlich der ersten, an. Zahlreiche andere Gattungen, besonders bei Fischen.

1) Insofern sind sie also recht unschädlich. Wenn ihre Gegenwart trotzdem eine schädliche Einwirkung auf das Wirtstier hat, so beruht das darauf, daß sie gewisse Giftstoffe absondern.

2) Die alte Gattung *Taenia* wird übrigens in neuerer Zeit in zahlreiche Gattungen gespalten.

1. *Taenia.* Der Kopf ist mit 4 Saugnäpfen (2 dorsal, 2 ventral) ausgestattet; mitten auf dem Vorderende findet sich bei vielen Arten ein Kranz nach außen gerichteter Haken, zuweilen eine größere Anzahl an einer Erhöhung; bei anderen fehlen die Haken völlig. Die reifen Glieder

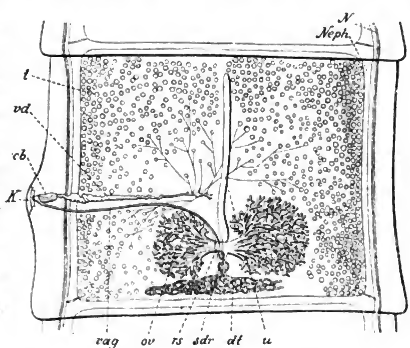


Fig. 231. Glied einer Bandwurmkette (*Taenia mediocanellata*) mit Geschlechtsorganen etc. *cb* Begattungsorgan, *dt* Dotterstock, *K* Geschlechtsöffnung, *N* Längsnerv, *Neph* Excretionskanal, *ov* Eierstock, *rs* Samentasche, *sdr* Schalendrüse, *t* Hoden, *u* Uterus (erhält später Nebenäste), *vag* Scheide, *vd* Samenleiter. — Nach Sommer (aus Hatschek).

sind bei einigen langgestreckt, bei anderen kurz und breit; sie enthalten einen verzweigten, einer Mündung entbehrenden Eierbehälter (Uterus). Die Geschlechtsöffnungen meist am Rande der Glieder (Fig. 231). Die von dem Bandwurm produzierten Eier, welche mit den Excrementen des Bandwurmwirtes abgehen, enthalten je eine L a r v e (Oncosphaera), ein rundliches, mit drei Hakenpaaren ausgestattetes Tierchen, das von einer derben Schale [2]) umgeben ist. Wenn diese Eier von einem Tiere aufgenommen werden, in dem die Finne leben kann, wird die Schale vom Magensaft aufgelöst, die Larve bohrt sich durch die Darmwand hindurch und wird zu einer Finne.

a) *T. solium* lebt im Darmkanal des Menschen (in Deutschland jetzt sehr selten). Der Kopf mit Hakenkranz, die reifen Glieder bedeutend länger

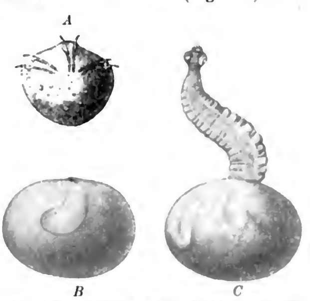


Fig. 232. *A.* Sechshakige L a r v e von *Taenia solium.* *B.* F i n n e desselben Tieres. *C.* Dieselbe Finne mit ausgestülptem „Kopf". — Nach Pfurtscheller.

1) Diese Schale ist keine Eischale in der gewöhnlichen Bedeutung dieses Wortes, sondern eine vom Embryo abgesonderte Hülle. Die „Eier" sind somit in Wirklichkeit eingekapselte Embryonen.

als breit; ersterer ungefähr von Stecknadelkopfgröße, letztere 5 mm breit. Die Kette erreicht eine Länge von etwa 3—3½ m. — Die embryonenhaltigen festschaligen Eier gehen ebenso wie die reifen Glieder mit den Excrementen ab. Wenn sie von einem Schwein verzehrt werden, wird die Eischale aufgelöst, und die sechshakige Larve bohrt sich durch den Darm in den Körper ein, wo sie meistens in den Muskeln (seltener im Herzen, Gehirn etc.) ihren Aufenthalt nimmt, um daselbst bedeutend zu wachsen und sich in eine Schweinefinne (*Cysticercus cellulosae*) zu verwandeln, einen Bandwurmkopf von demselben Aussehen wie der des erwachsenen Bandwurmes, aber hinten mit einem Anhang in Form einer erbsengroßen, mit Flüssigkeit gefüllten Blase, in die der Kopf eingestülpt ist. Wenn die Finne in den Darmkanal des Menschen übergeführt wird, so geht die Blase zugrunde, und der Kopf entwickelt sich zu einer Bandwurmkette. — In selteneren Fällen finden sich die Finnen auch bei verschiedenen anderen Säugetieren. Auch beim Menschen kommen sie zuweilen vor, und zwar öfters an Stellen, wo sie verhängnisvoll werden können, im Gehirn, im Auge, in der Herzwand; der Mensch erhält sie ebenso wie das Schwein durch Aufnahme embryonenhaltiger Eier durch den Mund.

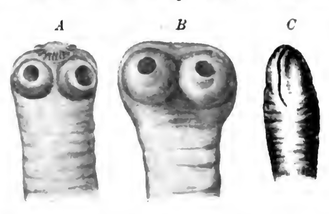


Fig. 233. „Kopf“ von *Taenia solium* (*A*), von *T. mediocanellata* (*B*) und von *Bothriocephalus latus* (*C*). — Orig.

b) *T. mediocanellata* (= *T. saginata* Leuck.), ebenfalls im Darm des Menschen, weit häufiger als T. solium. Der Kopf ohne Hakenkranz, aber mit sehr kräftigen Saugnäpfen; die Aeste des Eierbehälters zahlreicher als bei T. solium, der diese Art im übrigen sehr ähnlich ist. Erreicht eine Länge von 7—8 m. Die Entwicklung ählich wie bei T. solium, die Finne, Rindsfinne, in den Muskeln des Rindes (fast nur bei diesem Tier), derjenigen von T. solium äußerlich sehr ähnlich (ein wenig kleiner)[1]).

c) *T. coenurus*. Mit Hakenkranz, im Darm des Hundes, bis 1 m lang. Ihre Finne, Quese oder Drehwurm (*Coenurus cerebralis*), lebt im Großhirn des Schafes, bei dem sie die Drehkrankheit verursacht (seltener auch im Gehirn des Rindes). Bei der Finne dieser Art wird die Blase sehr groß (bis hühnereigroß und mehr) und erzeugt durch Knospung zahlreiche „Köpfe“, so daß die Quese ein Stock von Bandwurmköpfen mit gemeinsamer Blase wird.

d) *T. echinococcus*. Ein ganz kleiner Bandwurm (höchstens 5 mm lang), mit drei Gliedern; im Darm des Hundes. Die Finne, der *Echinococcus*, in der Leber und anderen Organen des Rindes, Schafes, Schweines und des Menschen, ist eine Blase, die oft eine bedeutende Größe erreicht (bis kindskopfgroß und mehr) und von einer dicken, geschichteten Cuticula umgeben ist. Von der Blase sprossen, ebenso wie bei Coenurus cerebralis, viele kleine Köpfe hervor, die aber bei dem Echinococcus immer an kleinen Einstülpungen der Wand (vergl. Fig. 234 *B*), den sog. Brut-

1) Wird bei 3–4 % der in Deutschland geschlachteten Rinder gefunden.

kapseln, gebildet werden. (Die beim Menschen — an den meisten Stellen selten, in Mecklenburg, auf Island, in Australien häufig — vorkommenden Echinokokken zeichnen sich dadurch aus, daß sie oft eine enorme Größe erreichen und daß innerhalb der großen Blase, der Mutterblase, viele kleinere Blasen, Tochterblasen[1]), gebildet werden, die denselben Bau wie jene besitzen; die Tochterblasen dürften durch Umbildung von der Wand losgerissener Köpfe entstehen.)



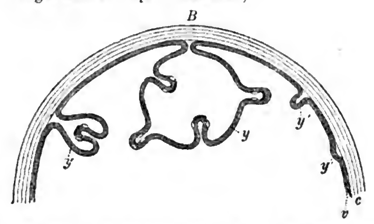


Fig. 234. *Taenia echinococcus*. *A* der Bandwurm, vergr. — Nach Leuckart. — *B* schematischer Schnitt durch eine Echinokokkenblase, *v* Blasenwand, *c* deren Cuticula, *y* Brutkapseln, *y'* Anlage zu solchen.

e) *T.* (*Hymenolepis*) *nana* ist ein kleiner (1—2 cm langer) kurzgliederiger Bandwurm, beim Menschen, in Italien, Nordamerika etc. häufig, in Deutschland selten beobachtet; oft sind mehrere hundert Exemplare in demselben Darmkanal vorhanden. Die T. nana ist wahrscheinlich mit der *T. murina* der Ratte identisch, die sich ohne Zwischenwirt entwickelt in der Weise, daß die Eier, von einer Ratte in eine andere übergeführt, sich zu einer Finne in der Darmschleimhaut letzterer entwickeln· nachher entwickelt sich die Finne in demselben Wirt zum Bandwurm.

f) *T.* (*Dipylidium*) *cucumerina*. Der Kopf mit einem rüsselartigen, zurückziehbaren, mit mehreren Hakenkränzen versehenen Fortsatz; die reifen Glieder (in deren jedem 2 Geschlechtsapparate) länglich oval. Bis 40 cm lang. Sehr häufig beim Hund und bei der Katze, selten beim Menschen (Kindern). Die blasenlose Finne lebt im Hunde-Haarling (*Trichodectes canis*) und im Hundefloh, weiter möglicherweise auch in den Zotten der Darmwand des Hundes (im letzteren Falle also Entwicklung ohne Zwischenwirt).

2. *Bothriocephalus*. Der Kopf (Fig. 233 *C*) mit zwei länglichen Sauggruben (eine dorsal, eine ventral) ohne eigentliche Saugnäpfe und ohne Haken. Die Geschlechtsöffnungen an der Bauchseite der immer kurzen und breiten Glieder; der Eierbehälter ist ein unverzweigter, gewundener Schlauch mit einer Mündung. *B. latus*, der breite Bandwurm des Menschen, häufig in den früheren russischen Ostseeprovinzen, in Finnland, in der Westschweiz, erreicht eine Länge von 10 m. Die Lebensgeschichte ist komplizierter als bei den Tänien. Das Ei entwickelt sich in Süßwasser zu einer kugeligen, ringsum lang bewimperten Larve (Fig. 235 1), die von einem Cyclops aufgenommen wird, das Wimperkleid verliert und dann (2)

---

1) Nicht mit den oben genannten Brutkapseln zu verwechseln.

als ein ähnliches 6-hakiges Geschöpf erscheint wie die Taenia-Larve; dieses entwickelt sich weiter in dem Kruster zu einem länglichen Wurm (3), der sich, wenn der Cyclops von einem Süßwasserfisch, z. B. dem Hecht, verzehrt wird, in dem Fleisch des letzteren zu einer länglichen blasenlosen Finne von 1 cm Länge (4) entwickelt; wenn das Fleisch des Fisches von einem Menschen (oder Hund) gegessen wird, entwickelt die Finne sich zu *B. latus*.

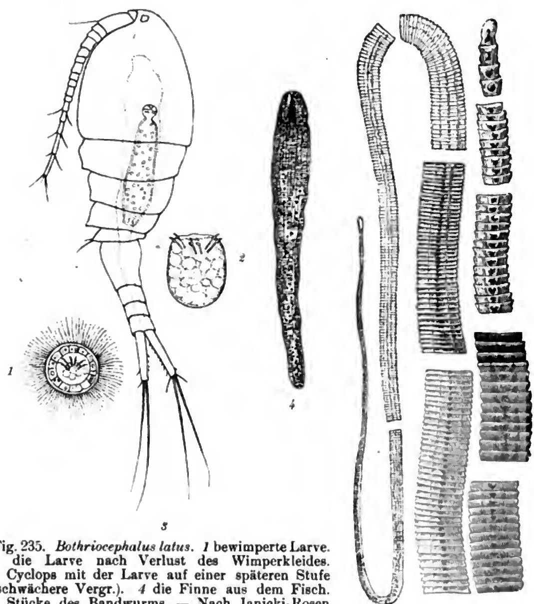


Fig. 235. *Bothriocephalus latus*. *1* bewimperte Larve. *2* die Larve nach Verlust des Wimperkleides. *3* Cyclops mit der Larve auf einer späteren Stufe (schwächere Vergr.). *4* die Finne aus dem Fisch. *5* Stücke des Bandwurms. — Nach Janicki-Rosen und Leuckart.

5. Klasse. **Brachiopoda.**

Der Körper der Brachiopoden ist größtenteils in zwei kalkige (seltener hornartige) Schalen eingeschlossen, die mit Muscheln eine gewisse Aehnlichkeit besitzen, weshalb man in früherer Zeit die Brachiopoden in die Nähe der Muscheltiere gestellt hat. Tatsächlich sind die beiden Abteilungen indessen keineswegs miteinander näher verwandt, und daß auch nicht die Anwesenheit der Schalen etwa auf eine Verwandtschaft hindeutet, ist schon daraus ersichtlich, daß die Schalen der

Brachiopoden der Rücken- und Bauchseite des Tieres entsprechen, während die der Muscheltiere der rechten und linken Seite angehören. Die nächsten Verwandten der Brachiopoden dürften in den Anneliden zu suchen sein (Borsten, Excretionsorgan).

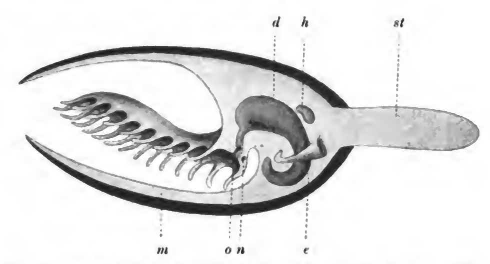


Fig. 236. Schematischer Längsschnitt eines Brachiopoden. *d* Darm, *e* Excretionsorgan, *h* Herz, *m* Mantel, *n* Nervenknoten, *o* Mund, *st* Stiel. Schale schwarz gehalten. — Orig.

Der eigentliche Rumpf ist im Verhältnis zum ganzen Umfange des Tieres von sehr geringer Größe und sehr kurz. Von ihm entspringen zwei große nach vorn gerichtete, der Innenseite der Schalen angelagerte Mantellappen, der eine von der oberen, der andere von der unteren Seite. Die Schalen werden von den Mantellappen abgesondert und sind als Cuticulargebilde aufzufassen; sie stehen miteinander nicht in einer innigen Verbindung (wie die Muschelschalen durch das Band); bei einigen greifen sie jedoch hinten schloßartig ineinander. Längs des Mantelrandes finden sich öfters in Hauteinsenkungen eingepflanzt Borsten, die wie die der Borstenwürmer von je einer großen Zelle am Boden des Borstensackes abgesondert werden. Vom hinteren Teil des Rumpfes entspringt gewöhnlich ein dünnerer Fortsatz, der Stiel, der zwischen den Schalen oder aus einem Loch im hinteren Ende der Bauchschale hervorragt; er ist bei einigen länger als der übrige Körper, gewöhnlich aber ganz kurz; meistens sind die Tiere mittels des Stieles an fremden Körpern festgeheftet, einige sind aber frei. Um den Mund findet sich bei den jungen Brachiopoden ein Kreis von Tentakeln; während der Entwicklung erhält aber der Kreis eine Einbuchtung, so daß er die Form einer Niere oder eines Hufeisens bekommt, und allmählich werden die beiden Aeste des Hufeisens zu langen Armen, die mit je einer Doppelreihe von Tentakeln besetzt sind; die Arme sind gewöhnlich spiralig aufgerollt und liegen in diesem Zustande zwischen den Mantellappen; ihre Aufgabe ist es, einerseits durch ihren Wimperüberzug die Nahrung (organische Körperchen) in den Mund hineinzutreiben, andererseits als Atmungswerkzeuge zu dienen; innerlich werden sie häufig von einem verschieden gestalteten (bandförmigen etc.) Kalkgerüst gestützt, das mit der Rückenschale zusammenhängt. — Der Darmkanal ist kürzer oder länger; merkwürdigerweise fehlt bei den meisten Brachiopoden

ein After; ist ein solcher vorhanden, so findet er sich meist auf der rechten Seite des Rumpfes. Es ist eine wohlentwickelte Leber vorhanden. Das zentrale Nervensystem wird durch einen die Speiseröhre umgebenden Nervenring dargestellt, der auf der unteren Seite zu einem Nervenknoten anschwillt; von letzterem gehen die Nerven aus. Augen und Gehörblasen fehlen. Das Gefäßsystem ist wohlentwickelt; oberhalb des Darmkanals findet sich ein sackförmiges Herz. Die Excretionsorgane sind ein oder zwei Paare röhrenförmiger Organe, die sich mit einem bewimperten Trichter in die Leibeshöhle öffnen und mit dem anderen Ende an der Oberfläche ausmünden, also Organe, welche die größte Aehnlichkeit mit der gewöhnlichen Form der Segmentalorgane der Ringelwürmer darbieten. Sie dienen zugleich als Ausführungsgänge für die Geschlechtsstoffe, Eier und Samen, die an den Wänden der Leibeshöhle gebildet werden. Die Brachiopoden sind getrennten Geschlechts. — Die bewimperten Larven schwimmen frei umher: ihr Körper zerfällt bisweilen (Fig. 237) durch Einschnürungen in mehrere segmentähnliche Abschnitte; am vorderen Ende können Augen, weiter hinten (Fig. 238) provisorische Borstenbündel vorhanden sein (vergl. die Borstenwürmer).

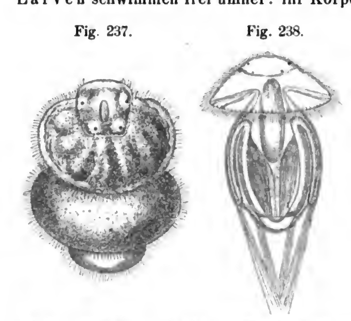


Fig. 237 und 238. Larven zweier Brachiopoden. — Nach Lacaze-Duthiers und Kowalevsky.

Die Brachiopoden sind ausschließlich Meerestiere; sie kommen sowohl in wärmeren als in kälteren Meeren vor, überall nur in geringerer Artenzahl. In früheren Perioden waren sie weitaus zahlreicher; schon aus der präcambrischen Formation sind sie bekannt; sehr reichlich waren sie in der Silur-, Devon- und Juraformation vertreten.

Als Beispiele nennen wir: *Terebratula*, sowohl lebend als fossil, Bauch- und Rückenschale gewölbt, erstere hinten in einen schnabelförmigen Fortsatz ausgezogen, der von einem Loch durchbohrt ist für den kurzen Stiel, durch den das Tier Steinen etc. angeheftet ist (bei anderen, ähnlichen Formen ein Ausschnitt an derselben Stelle); Rückenschale innen mit einem schleifenförmigen Armgerüst. — *Lingula*, lebend und fossil, zwei dünne, platte, hornartige, fast gleiche, schloßlose Schalen, Stiel sehr lang, von einer Sandröhre umgeben.

6. Klasse. **Bryozoa, Moostierchen.**

Mit einer einzelnen Ausnahme bilden alle Bryozoen durch Knospung Stöcke, deren Mitglieder nur eine geringe Größe erreichen, während der Umfang des ganzen Stockes recht ansehnlich werden kann. An dem meistens ziemlich kurzen Körper jedes Individuums läßt sich in

der Regel ein Vorder- und ein Hinterkörper unterscheiden (Fig. 239 *A*), von denen letzterer mit einer festen, dicken, zuweilen stacheligen Cuticula umgeben ist, die häufig verkalkt. Der Vorderkörper ist dagegen ganz weich und trägt an seinem vorderen Ende einen Kranz langer, bewimperter Tentakel, die bei den meisten Bryozoen einen einfachen Kreis bilden, während der Tentakelkranz bei gewissen Süßwasserformen (Fig. 240—41) eine starke Einbuchtung an der einen Seite hat, so daß er nieren- oder hufeisenförmig wird. Der ganze Vorderkörper kann vermittelst langer Muskeln (Fig. 241) in den Hinterkörper zurückgezogen werden; die Wand des Vorderkörpers wird dann umgestülpt und bildet eine Scheide um den zusammengelegten Tentakelkranz (Tentakelscheide). Bei einer Abteilung der Meeresbryozoen (den Chilostomen) findet sich am vorderen Ende des Hinterkörpers eine bewegliche, von der festen Cuticula überkleidete Falte der Körperwand, die, wenn der Vorderkörper zurückgezogen ist, als ein Deckel die Oeffnung der Tentakelscheide überdeckt. — Die Mundöffnung

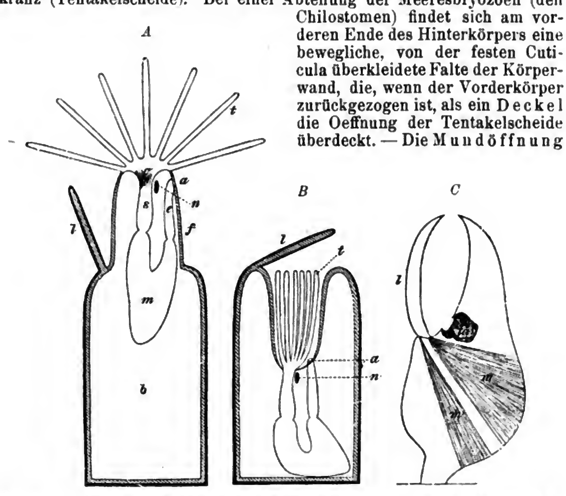


Fig. 239. *A—B*. Schematische Längsschnitte einer Bryozoe, *A* ausgestreckt, *B* zurückgezogen. *a* After, *b* Hinterkörper, *e* Enddarm, *f* Vorderkörper, *l* Deckel, *m* Magen, *n* Nervenknoten, *o* Mund, *s* Speiseröhre, *t* Tentakel. Die Cuticula ist durch eine breitere schwarze Linie angedeutet, die weiche Körperwand ist schraffiert. — *C*. Avicularie (Schema). *l* Deckel, *m* Muskeln desselben, *ta* Darmrudiment. — Orig.

befindet sich am Vorderende des Tieres, in der Mitte des Tentakelkranzes; der After liegt ebenfalls am Vorderende, nicht weit vom Munde entfernt, gewöhnlich dicht außerhalb des Tentakelkranzes, selten nach innen davon. Der Darmkanal hat daher die Form einer Schlinge; er besteht aus einer Speiseröhre, einem in einen Blindsack ausgezogenen Magen und einem Enddarm. Die Nahrung, die aus mikroskopischen Körperchen besteht, wird durch die Wimperhaare der Tentakel in den Mund hineingestrudelt. Das zentrale Nerven-

system besteht aus einem Nervenknoten, der seinen Platz auf der der dem After zugewendeten Seite der Speiseröhre hat, und aus einem von demselben entspringenden Ring, der die Speiseröhre umfaßt; von dem Nervenknoten gehen Nerven zu den verschiedenen Körperteilen. Augen und Gehörwerkzeuge fehlen. Ein Gefäßsystem und besondere Atmungswerkzeuge sind nicht vorhanden; der Tentakelkranz ist aber zweifellos für die Respiration sehr wichtig. Excretionsorgane (Fig. 241) sind bis jetzt nur bei wenigen Bryozoen gefunden worden, und zwar in Form zweier kurzer Kanäle, die sich einerseits in die Leibeshöhle, andererseits (mit gemeinschaftlicher Mündung) auf der Oberfläche in der Nähe des Tentakelkranzes öffnen[1]). — Die Bryozoen besitzen in der Regel eine geräumige Leibeshöhle, die mit einer Flüssigkeit erfüllt ist, in der sich amöboide Zellen befinden. In der Leibeshöhle ist außer dem Darmkanal ein Strang, *Funiculus*, vorhanden, (Fig. 241), der vom Magen zur Leibeswand geht. Am Funiculus oder an der inneren Seite der Leibeswand werden die Eier und Samenkörperchen gebildet, beide gewöhnlich in demselben Individuum; besondere Ausführungsgänge fehlen, die Geschlechtsstoffe (resp. die Jungen) gelangen durch Oeffnungen der Leibeswand oder durch die Excretionsorgane nach außen. Das befruchtete Ei durchläuft meistens seine erste Entwicklung in der mütterlichen Leibeshöhle, bei manchen Meeresbryozoen in einer besonderen Ausstülpung der Leibeswand (Ovicelle).

Bei den Süßwasser-Bryozoen findet man häufig neben der Fortpflanzung durch befruchtete Eier eine Fortpflanzung durch sog. Statoblasten, kleine abgeplattete, rundliche Körper, die in der Leibeshöhle am Funiculus (Fig. 241) durch einen eigentümlichen Knospungsvorgang entstehen; sie werden namentlich gegen das Ende des Sommers gebildet und überwintern, um im nächsten Jahre zu je einem neuen Stock zu werden. Jeder Statoblast ist von einer festen, oft zierlichen hornartigen Schale umgeben, in deren Rand kleine, lufthaltige Hohlräume vorhanden sind; im Innern findet man eine Anzahl Zellen, aus denen das neue Tier gebildet wird.



Fig. 240. *Plumatella polymorpha*, eine Süßwasser-Bryozoe. Vergr. — Nach Kräpelin.

Sehr merkwürdig ist es, daß bei vielen Bryozoen eine Rückbildung des Tentakelkranzes und des Darmkanals zu einem sog. „braunen Körper" stattfinden kann, der dann nach einiger Zeit eine Neubildung derselben Teile folgt.

Wie schon oben erwähnt, bilden die Bryozoen durch Sprossung

1) Diese Kanäle scheinen übrigens nicht selbst Excretionsstoffe zu erzeugen, sondern durch sie werden losgelöste Zellen des Leibeshöhlenepithels entleert, in deren Protoplasma Harnstoffe ausgeschieden sind.

Stöcke. Diese sind von sehr verschiedener Form; bei einigen sind sie stark verästelt (Fig. 240) und dann entweder aufrecht oder über fremde Gegenstände hinziehend; bei anderen sind sie plattenförmig, der Unterlage anliegend oder aufrecht; oder sie sind von mehr massiger Beschaffenheit etc. Fast immer sind die Stöcke unbeweglich festgeheftet; nur eine einzelne Süßwasserform (*Cristatella*) ist imstande, sich fortzubewegen.

Bei vielen der mit einem Deckel ausgestatteten Bryozoen kommt es zu einer ungleichen Entwicklung der Individuen ähnlich wie bei den Hydroiden. Namentlich sind häufig außer den gewöhnlichen Individuen sog. Avicularien (Fig. 239 *C*) vorhanden, kleine Individuen ohne Tentakel, Mund und Darmkanal (oder nur mit Rudimenten dieser Teile), aber mit einem großen beweglichen Deckel, der auf- und zuklappen kann. Die am besten ausgebildeten Avicularien sind einer Krebsschere oder einem Vogelschnabel ähnlich, indem die Spitze des Deckels hakenförmig umgebogen ist und gegen einen Fortsatz des Körpers bewegt wird. Die beschriebenen Gebilde scheinen eine Art von Wehrpersonen zu sein, welche über die Oberfläche des Stockes kriechende Tierchen abfangen. Seltener findet man sog. *Vibracula*, ebenfalls kleine reduzierte Individuen, deren Deckel sich zu einem langen, geißelartigen Anhang entwickelt hat, der über die Oberfläche des Stockes hinwegfegt.

Die Meeresbryozoen durchlaufen eine Metamorphose. Die Larven schwimmen frei umher mittels ihres Wimperkleides, das entweder gleichmäßig über den Körper verbreitet oder an gewissen Stellen besonders entwickelt ist (Wimperreifen, Wimperbüschel); zuweilen ist ein Teil des Larvenkörpers mit einer festen Cuticula (Schale) versehen, gewöhnlich ist der ganze Körper nackt.

Sie leben in großer Anzahl in allen Meeren, in geringerer im Süßwasser.

Fig. 241. Halbierte Süßwasser-Bryozoe, Schema. *a* After, *e* Oeffnung der Excretionsorgane, *m* Mund, *mu* Muskel, *n* Nervenknoten, *st* Statoblast (am Funiculus).

Die meisten Süßwasserformen, die an Wasserpflanzen etc. gefunden werden, besitzen einen hufeisenförmigen Tentakelkranz; gewöhnlich sind es feine verästelte Stöcke, die sich nicht hoch über die Unterlage erheben; einige Arten treten aber außerdem in einer aufrechten Wachstumsform auf, indem zahlreiche, dicht nebeneinander stehende Aeste sich gegenseitig stützen, und sie können in dieser Weise zuweilen größere klumpige Massen bilden. — Unter den Meeresformen sind die *Membranipora*-

Arten diejenigen, die am häufigsten beobachtet werden, indem man sie als dünne kalkige Krusten an der Oberfläche von allen größeren Seepflanzen findet.

7. Klasse. **Rotatoria, Rädertiere.**

Die Rotatorien sind meistens mikroskopisch kleine Geschöpfe, die in Größe, Aufenthaltsort und Lebensweise an die Infusorien erinnern. Die hinterste Partie des Körpers ist bei den meisten Rotatorien verschmälert (der Schwanz), vom übrigen Teil (dem Rumpf) abgesetzt

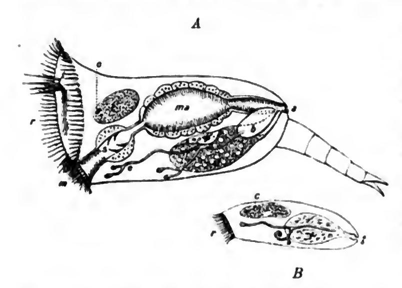


Fig. 242. *A* Schema einer weiblichen Rotatorie, von der Seite gesehen. *B* desgl. eines Männchens. *a* After, *b* kontraktile Blase, *c* Gehirn, *d* Dottersack, *e* Excretionsorgan, *k* Eierstock, *m* Mund, *ma* Magen, *o* Auge, *r* Räderorgan, *s* Schlundkopf, *t* Hoden, ♂ männliche Geschlechtsöffnung. — Orig. (mit Benutzung von Figuren von Plate).

und mit einem Paar kurzer Anhänge oder mit einer Haftscheibe an der Spitze versehen. Am vorderen Ende des Körpers findet sich eine mehr oder weniger entwickelte (zuweilen gelappte) bewimperte Scheibe, das Räderorgan, das meist am Rande mit besonders kräftigen Wimperhaaren besetzt ist; das Räderorgan ist einerseits ein Schwimmwerkzeug, andererseits strudelt es bei manchen kleine Teile in die unten liegende Mundöffnung. Der Rumpf ist bei einigen von einem festen Panzer (einem verdickten Abschnitt der den ganzen Körper bekleidenden Cuticula) umgeben, der mit Stacheln bewaffnet sein kann; in anderen Fällen ist der Rumpf wie auch der Schwanz mit feinen Quereinschnürungen versehen, die eine Gliederung vortäuschen, die jedoch in keiner Weise im Innern des Tieres ausgesprochen ist; der Schwanz ist oft sehr beweglich mit dem Rumpf verbunden, so daß die Tiere mit seiner Hilfe egelartig fortkriechen können. Der Mund führt in einen muskulösen Schlundkopf (den sogenannten Kaumagen), der mit mehreren kleinen Kiefern versehen ist, welche fortwährend gegeneinander klappen; der Darmkanal ist übrigens kurz und einfach, der After befindet sich gewöhnlich auf der Rückenseite am Grunde des Schwanzes (bei einigen Formen fehlt ein After). Das Nervensystem besteht aus einem oberhalb des Schlundes gelegenen Gehirnganglion, von dem teils Nerven nach vorne zu dem Räderorgan, teils mehrere Längsstämme nach hinten ausgehen[1]). Ein oder zwei Augen finden sich öfters am vorderen Ende. Die Excretionsorgane schließen sich eng an die

1) Bei einigen Rädertieren außerdem ein Ganglion unterhalb des Schlundes, das an den Seiten mit dem Gehirn zusammenhängt.

der Plattwürmer an; es findet sich ein Paar Hauptstämme mit kleineren Aesten, deren kolbige Endanschwellungen mit denen der Plattwürmer übereinstimmen; die Hauptstämme münden, meistens nachdem sie sich vorher vereinigt und eine kontraktile Endblase erzeugt haben, in den hintersten Teil des Darmkanals, die Cloake[1]. Es ist eine geräumige Leibeshöhle vorhanden. Ein Gefäßsystem fehlt. Die Rotatorien sind getrennten Geschlechts; nur bei einzelnen Formen stimmen die beiden Geschlechter in der Hauptsache miteinander überein, meistens sind sie außerordentlich verschieden: die Männchen sind kleiner als die Weibchen, es fehlt ihnen die Mundöffnung ganz, ihr Darmkanal ist rudimentär, so daß sie keine Nahrung zu sich nehmen können, und sie leben nur wenige Tage; es geht ihnen ein Panzer ab, selbst in den Fällen, wo das Weibchen einen solchen besitzt, und der Wimperapparat ist klein; sie scheinen in geringerer Anzahl als die Weibchen aufzutreten und sind lange nicht bei allen Gattungen bekannt. Dem (meistens unpaaren) Eierstock schließt sich ein „Dotterstock" an, der eine Dottermasse erzeugt, die von dem Ei aufgesogen wird; der kurze Eileiter öffnet sich in der Regel in den hintersten Teil des Darmkanals, der Samenleiter auf der Rückenseite am Grunde des Schwanzes. Die Rotatorien legen zwei verschiedene Sorten von Eiern ab, nämlich dünnschalige, unbefruchtete Subitaneier („Sommereier"), die sich parthenogenetisch entwickeln, und dickschalige, befruchtete Dauereier; letztere entwickeln sich erst längere Zeit nach der Ablage[2]. Die Jungen machen keine Metamorphose durch.

Bei einigen Rotatorien finden sich zwei verschiedene Sorten von Weibchen: die eine Sorte kann nicht begattet werden und liefert ohne Ausnahme Subitaneier, die sich zu Weibchen entwickeln; die andere Sorte ist begattungsfähig und liefert, wenn eine Begattung stattfindet, Dauereier, dagegen, wenn eine Begattung ausbleibt, Subitaneier, die sich zu Männchen entwickeln.

Die Rotatorien sind meistens lebhaft sich umherbewegende Tiere; einige sind jedoch festsitzend. Sie leben größtenteils im Süßwasser, eine geringe Anzahl im Meere. Einige Formen, die sich in feuchter Erde oder an Pflanzen (Moosen) aufhalten, können ein starkes Eintrocknen des Körpers vertragen, was dagegen bei den im Wasser lebenden nicht der Fall ist. Einzelne Rotatorien sind Schmarotzer.

8. Klasse. **Nematoda.**

Der glatte Körper ist fast immer langgestreckt, zylindrisch, nicht selten fadenförmig, gewöhnlich an beiden Enden etwas zugespitzt. Er ist von einer dicken, elastischen, blassen Cuticula umgeben, unter der eine dünne, aus nicht voneinander gesonderten Zellen bestehende Epidermis liegt. Die Haut ist unbewimpert (überhaupt gehen den Nematoden Wimperhaare ganz ab). Unterhalb der Epidermis liegt eine einzige Schicht oft sehr großer Längsmuskelzellen von

1) Vergl. die Anm. S. 267.

2) Einige Rädertiere werden nur während des Sommers gefunden; einmal im Jahre, September-Oktober, erscheinen Männchen und werden Dauereier gebildet; nachher sterben die Tiere aus und treten erst im folgenden Frühling wieder auf. Andere trifft man dagegen das ganze Jahr hindurch; solche erzeugen meistens zweimal Dauereier, im April und im September-Oktober.

verschiedener Form; die Muskelschicht ist jedoch von vier sog. **Längslinien** unterbrochen, leistenartigen Verdickungen der Epidermis, die den Körper der Länge nach durchziehen, eine in der Mitte

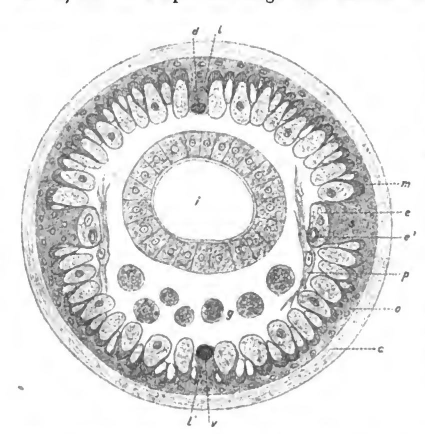


Fig. 243. Schematischer Querschnitt eines Nematoden. *c* Cuticula, *d* Rückennervenstamm, *e* Excretionsorgan, *e'* dessen Kanal, *g* Geschlechtsorgan (mehrfach durchschnitten), *i* Darm, *l* dorsale, *l'* ventrale Längslinie. *m* Querschnitte großer Muskelzellen mit je einem nach außen gekehrten, kontraktilen, und einem nach innen gekehrten, protoplasmatischen Teil (letzter in der Figur hell gehalten); *o* Epidermis, *p* phagocytäres Organ, *s* Seitenlinie, *v* Bauchnervenstamm.

des Rückens, eine auf dem Bauche, eine auf jeder Seite, und somit die Muskelschicht in vier lange Streifen teilen; von den vier Längslinien sind die beiden Seitenlinien am stärksten entwickelt. Die Mundöffnung befindet sich am Vorderende des Körpers; zuweilen ist eine deutliche, von einer festen Cuticula ausgekleidete Mundhöhle („Mundkapsel") vorhanden, die aber bei den meisten fehlt. Der übrige Teil des Darmkanals, der in gerader Linie durch den Körper verläuft, zerfällt in drei Abschnitte: ein muskulöses **Schlundrohr**, das als Pumpwerkzeug fungiert, die eigentliche, muskellose **Darmröhre** und den kurzen muskulösen **Enddarm**; der After befindet sich auf der Unterseite, in der Nähe des hinteren Körperendes. Die zentralen

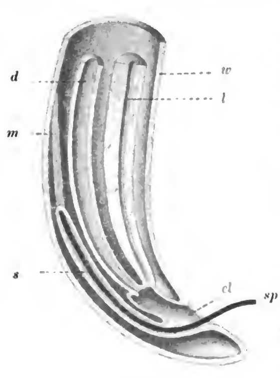


Fig. 244. Hinterende eines männlichen Nematoden, der Länge nach durchschnitten. Schema. *cl* Cloake, *d* Darm, *l* Samenleiter, *m* Rückziehmuskel des Spiculums, *s* Säckchen desselben, *sp* Spiculum, *w* Leibeswand. — Orig.

Teile des Nervensystems (Fig. 245) sind durch einen mit Nervenzellen ausgestatteten Nervenring um den Schlund herum vertreten; von diesem gehen mehrere Nervenstämme aus, unter denen namentlich zwei hervorzuheben sind, die nach hinten, der eine längs der Rückenseite, der andere längs der Bauchseite, beide in der Mittellinie, verlaufen; der ventrale Stamm endet hinten mit einem kleinen Ganglion. Von Sinnesorganen sind die kleinen Tastpapillen zu nennen, die allgemein am vordersten und am hintersten Teil des Körpers (letztere namentlich bei den Männchen) angebracht sind, bei einigen freilebenden Nematoden hat man kleine Augen am Vorderende gefunden. Der Excretionsapparat scheint bei den Nematoden durch ein Paar feine Röhren vertreten zu sein, die längs der Seitenlinien verlaufen und vorn auf der Unterseite mit einer gemeinsamen Oeffnung ausmünden. Eigentümliche Vorkommnisse des Nematodenkörpers sind riesige sternförmige Zellen (Fig. 243, *p*), die in geringer Zahl (beim Spulwurm z. B. vier) und zerstreut in der Leibeshöhle vorhanden, meistens den Seitenlinien angelagert sind. Spritzt man dem lebenden Wurm farbige Pulver ein, so werden letztere von den Zellen aufgenommen, die deswegen als „phagocytäre Organe" bezeichnet worden sind. Die Mehrzahl der Nematoden sind getrennten Geschlechts. Der Geschlechtsapparat besteht beim Weibchen meistens aus zwei langen, gewöhnlich stark gewundenen Röhren, die mit einem kurzen gemeinschaftlichen Gang (Vagina) auf der Unterseite, oft vor der Mitte der Körperlänge, ausmünden; jeder Schlauch besteht aus zwei, jedoch nicht scharf gesonderten Abschnitten, dem Eierstocke und dem Eileiter, welch letzterer als Behälter, oft auch als Brutstätte der zahlreichen Eier (Uterus) dient und häufig bei den reifen Weibchen stark ausgedehnt ist. Beim Männchen sind Hode und Samenleiter meistens durch einen einzigen, in der Regel langen, gewundenen Schlauch vertreten, der in den somit eine Cloake[1]) darstellenden Enddarm einmündet; der Schlauch zerfällt in zwei Abschnitte, von welchen der Samenleiter der weitere und kürzere, der Hode der längere und dünnere ist. Das Männchen ist gewöhnlich mit einem Begattungsorgan versehen, das aus einem oder (meist) zwei krummen, nadelförmigen Gebilden, den sog. Spicula, besteht, die in je einem

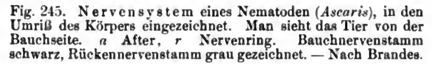


Fig. 245. Nervensystem eines Nematoden (*Ascaris*), in den Umriß des Körpers eingezeichnet. Man sieht das Tier von der Bauchseite. *a* After, *r* Nervenring. Bauchnervenstamm schwarz, Rückennervenstamm grau gezeichnet. — Nach Brandes.

1) Eine Cloake ist eine Röhre, die gleichzeitig als Ausführungsweg mehrerer verschiedener Organsysteme dient.

in die obere Wand der Cloake mündenden Säckchen sitzen. Bei der Begattung werden die Spicula aus dem After geschoben und in die weibliche Geschlechtsöffnung eingeführt; bei einigen wird auch die Cloake bei derselben Gelegenheit umgestülpt. Im allgemeinen ist das Weibchen dem Männchen an Größe mehr oder weniger überlegen, zuweilen sind auch andere hervortretende Unterschiede vorhanden.

Bei einigen Arten findet eine parthenogenetische Fortpflanzung statt, Männchen fehlen scheinbar völlig.

Nicht ganz wenige Nematoden sind Hermaphroditen, die in derselben Geschlechtsdrüse Eier und Samen erzeugen und selbstbefruchtend sind; neben den Hermaphroditen kommen in ganz geringer Zahl Männchen vor, die sich jedoch größtenteils nicht mit den anderen begatten.

Die Nematoden legen in der Regel von einer festen Schale umgebene Eier ab; häufig ist die Entwicklung mehr oder weniger vorgeschritten, wenn das Ei abgelegt wird; nicht wenige sind lebendiggebärend. Eine ausgeprägte Metamorphose wird im allgemeinen nicht durchlaufen, wenn auch die Jungen bisweilen von den Erwachsenen nicht ganz unerheblich abweichen. Ungeschlechtliche Fortpflanzung findet nicht statt.

Die meisten Nematoden sind Schmarotzer; manche, meistens kleine, Formen sind jedoch freilebend, im Süßwasser, in feuchter Erde oder im Meere; einige in faulenden Substanzen oder in lebenden Pflanzen. Viele der Schmarotzer leben in verschiedenen Perioden ihres Lebens in verschiedenen Wirten oder eine Zeitlang frei, zu einer anderen Zeit als Schmarotzer; überhaupt bieten die Lebensverhältnisse dieser Tiere ein bedeutendes Interesse dar.

1. Die Spulwürmer (*Ascaris*). Rundwürmer von oft ansehnlicher Größe, am Vorderende mit drei vorstehenden, wohlentwickelten Lippen. Hierher gehören: Der Spulwurm des Menschen, *A. lumbricoides*, häufig im Dünndarm, namentlich bei Kindern; auch beim Schwein häufig. Nährt sich vom Darmschleim (nicht Blutsauger). Der Mensch erhält Spulwürmer einfach in der Weise, daß embryonenhaltige Eier, die aus dem Darme der Wirte mit Excrementen abgehen, zufällig in den Mund und von dort in den Darmkanal gelangen, wo das eingeschlossene Junge frei wird. Bis etwa 20 cm lang, Männchen kleiner als Weibchen. Etwas größer als A. lumbricoides ist *A. megalocephala* des Pferdes, bedeutend kleiner die nahe verwandten *A. felis* der Katze und *A. canis* des Hundes.

2. *Oxyuris vermicularis* (Madenwurm, Springwurm). ♀ mit pfriemenförmig verlängertem, schwanzartigem Hinterende, 1 cm lang; ♂ ohne Schwanz (mit 1 Spiculum), kleiner und weniger zahlreich als das Weibchen. Häufig im Dickdarm des Menschen (namentlich bei Kindern), wo er sich vom Darminhalte ernährt, öfters in sehr großer Anzahl vorhanden. Die Infektion findet in derselben Weise wie bei *Ascaris* statt.

3. Die Strongyliden (Gattung *Strongylus*, *Eustrongylus* u. a.) zeichnen sich besonders dadurch aus, daß das Hinterende des Männchens mit einer die Cloakenöffnung umgebenden häutigen Glocke (Bursa) versehen ist, die als Haftwerkzeug während der Begattung dient; die Glocke ist durch radiäre Verdickungen, sog. Rippen, gestützt (Fig. 248 *A*). Außerdem sind wie gewöhnlich Spicula vorhanden. Die Strongyliden sind häufig Blutsauger; oft ist eine weite und mit hornigen Zähnen versehene Mundkapsel vorhanden.

a) *Eustrongylus gigas*, ♀ bis 1 m lang (12 mm dick), ♂ bis

$^1/_8$ m lang. Im Nierenbecken (d. h. dem vordersten, erweiterten, in die Niere eingeschlossenen Teil des Harnleiters) beim Hunde, Otter, Seehunden u. a., sehr selten beim Menschen. Lebensgeschichte unbekannt.

b) *Ancylostomum duodenale* (Fig. 248). ♀ bis 2 cm lang, ♂ 1 cm; Mund mit kräftigen Hakenzähnen. mittels welcher die Tiere die Darmschleimhaut benagen. Im Dünndarm des Menschen; wenn zahlreich vorhanden, ist es ein sehr gefährlicher Schmarotzer, in geringer Zahl dagegen harmlos. Häufig in den Tropen und in warm temperierten Ländern (Brasilien, Aegypten, Italien), ferner auch nördlicher, z. B. in Deutschland, bei Gruben- und Ziegeleiarbeitern, durch italienische Arbeiter eingeschleppt („ägyptische Chlorose", „Grubenkrankheit"), in Deutschland hat das Tier vor einigen Jahren großen Schaden angerichtet. Die Eier verlassen das Muttertier und den Wirt des letzteren und entwickeln sich in Wasser oder feuchter Erde bei passender Temperatur zu kleinen Würmchen, die eine Länge von $^1/_2$—1 mm erreichen, sich mit einer weichen Kapsel (abgelöste Cuticula) umgeben, die aber nicht die Bewegung hindert, um nachher durch den Mund, oder merkwürdigerweise durch die Haut, in einen Menschen einzuwandern.

c) *Sclerostomum vulgare* [1]), ♀ bis 2—3 cm, ♂ 1—2 cm lang. Ein Kranz von hornigen Spitzen längs des Mundrandes. Im Dickdarm (namentlich im Blinddarm) des Pferdes häufig. Im ersten Jugendzustand lebt der Wurm im Freien, gelangt dann wahrscheinlich mit dem Trinkwasser in das Pferd hinein, wo er zunächst in gewissen Arterien (besonders in der vorderen Gekröseарterie) lebt, welche durch die Einwirkung des Schmarotzers bedeutende pathologische Veränderungen erleiden (Wurm-Aneurysmen); später tritt er in den Darm über, wo er geschlechtsreif wird. Geronnene Blutteile aus den Aneurysmen können Verstopfungen der Darmgefäße und somit gefährliche, oft tödliche Krankheiten des Wirts veranlassen. — Andere Strongyliden leben in verschiedenen Haustieren; darunter der gefährliche *S. filaria* in der Lunge des Schafes.

4. Der Peitschenwurm (*Trichocephalus dispar*), im Dickdarm (namentlich im Blinddarm) des Menschen außerordentlich häufig; der vordere Teil des Körpers zu einem langen dünnen Faden ausgezogen, der in die Darmschleimhaut eingebohrt ist; bis 5 cm lang. Der Embryo entwickelt sich innerhalb der Eischale an feuchten Stellen oder im Wasser und kommt von der Schale umschlossen in den Darmkanal des Wirts, wo das Junge die Schale verläßt und sich weiter entwickelt.

5. Die Trichine (*Trichina* [*Trichinella*] *spiralis*), Fig. 246—247. In den Muskeln des Menschen und verschiedener Säugetiere (Schwein, Ratte, Hund etc.) findet man kleine (1 mm lange) Rundwürmer, Trichinen (Muskel-Tr.), die je in einer citronenförmigen Kapsel liegen. Wenn solche Muskeln mit lebendigen Trichinen von einem Mensch oder Tier gegessen werden, lösen sich die Kapseln im Magen auf, die Trichinen werden frei, gelangen in den Darm hinein, wachsen (♀ wird ca. 3, ♂ $1^1/_2$ mm lang) und werden im Laufe weniger Tage geschlechtsreif: Darmtrichinen. Das ♂ hat keine Spicula, dagegen zwei Zapfen am Hinterende und eine ausstülpbare Cloake, die als Begattungsorgan fungiert. Das ♀ bohrt sich in die Darmwand ein und gebiert hier eine große Menge mikroskopisch kleiner lebendiger Jungen (jedes Weibchen mindestens

---

1) Unter dem Namen *Strongylus armatus*, Palissadenwurm, wurden früher drei verwandte Arten, die alle im Dickdarm des Pferdes leben, zusammengeworfen; davon ist Sclerost. vulgare die eine.

ca. 1500), die in den Lymphstrom und so in das Blut geraten; mit diesem werden sie in die Muskeln geführt, wo jedes Junge sich in eine Muskel-

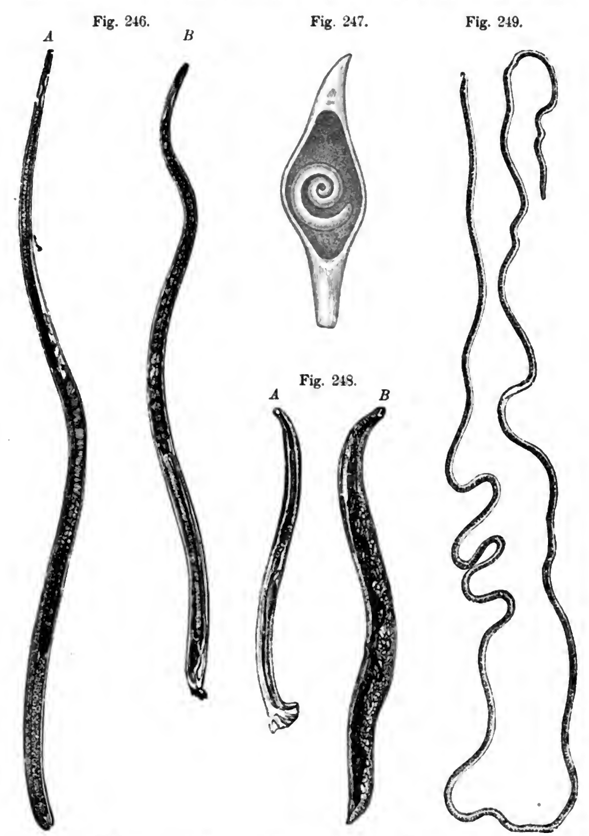


Fig. 246. Darmtrichinen, *A* ♀, *B* ♂. — Nach Leuckart.
Fig. 247. Muskeltrichine, in ihrer Kapsel liegend. — Orig.
Fig. 248. *Ancylostomum duodenale*, *A* ♂, *B* ♀. — Nach Leuckart.
Fig. 249. Guinea-Wurm (*Filaria medinensis*), ♀. Natürl. Gr. — Nach Leuckart.

faser einbohrt, die dadurch degeneriert und schließlich zugrunde geht, während von dem benachbarten entzündeten Bindegewebe eine die junge Trichine umgebende citronenförmige Kapsel entsteht; die Trichine ist mittlerweile bedeutend gewachsen und liegt jetzt in der die Kapsel ausfüllenden breiigen Masse spiralig aufgerollt; die Kapsel nimmt nach einigen Monaten Kalksalze in sich auf und wird hart und undurchsichtig. Das ♀ lebt im Darm gewöhnlich nur 5—6 Wochen und stirbt dann ab, das geschlechtsreife Männchen lebt noch kürzere Zeit. Als Muskeltrichinen können sie dagegen längere Zeit, bis zu mehreren Jahren, leben; alte Muskeltrichinen fallen übrigens häufig einer Verkalkung anheim und sterben ab. Der Mensch wird mit Trichinen durch den Genuß von rohem Schweinefleisch infiziert; die Einwanderung der jungen Trichinen ruft ernste Symptome hervor, bisweilen den Tod.

6. Die Fadenwürmer (*Filaria* u. a.) sind Tiere von sehr langgestreckter Körperform, die in der Regel nicht im Darmkanal des Wirts, sondern an anderen Stellen des Körpers, namentlich im Bindegewebe leben.

a) Der Guinea- oder Medinawurm (*F.* [*Dracunculus*] *medinensis*) lebt im Bindegewebe unterhalb der Haut oder zwischen den Muskeln beim Menschen, jedoch nur in den warmen Teilen der alten Welt. Das Weibchen erreicht eine Länge von 80 cm, das Männchen ist nur 4 cm lang. Beim erwachsenen Weibchen ist der Darm zusammengefallen, und ein After fehlt (die Ernährung geschieht mittels Aufsaugens durch die Körperwand); der größte Teil der Leibeshöhle wird von dem kolossalen, einer Ausführungsöffnung entbehrenden Eileiter eingenommen, in dem mehrere Millionen Junge vorhanden sind. Wenn das Tier vollständig entwickelt ist, bricht es durch die Haut des Wirts an einer Stelle durch, wo sich durch den vom Schmarotzer erzeugten Reiz ein kleines Geschwür gebildet hat. Die Jungen bohren sich in Wasserflöhe (*Cyclops*) ein, in denen sie gewisse Veränderungen erleiden; der Mensch erhält den Schmarotzer, indem er zufällig die Wasserflöhe mit dem Trinkwasser aufnimmt.

a) *Filaria sanguinis hominis* ist der Name mikroskopischer, junger Filarien, die sehr verbreitet im Blute des Menschen in den Tropen gefunden werden; die ca. 10 cm lange geschlechtsreife Filaria (*F. Bancrofti*) lebt in den Lymphgefäßen, von wo aus die Jungen in die Blutgefäße geraten. Wenn der Wirt von gewissen Mücken gestochen wird, gehen die kleinen Filarien in letztere über, wachsen in deren Leibeshöhle heran und werden wahrscheinlich später (wie für gewisse andere Filarien nachgewiesen), wenn die Mücke Menschen sticht, in letztere übergeführt und erlangen hier die Geschlechtsreife.

7. *Mermis*. Fadenförmige, afterlose Rundwürmer, die in verschiedenen Insecten leben, aus denen sie schließlich hervorbrechen, um ihre letzte Zeit in feuchter Erde zu verleben, wo sie geschlechtsreif werden, sich begatten und Eier ablegen. Die Jungen bohren sich in Insecten ein.

8. Die Anguillulinen sind eine Abteilung größtenteils sehr kleiner Rundwürmer, die meistens frei, entweder im Wasser, in verschiedenen faulenden Substanzen oder in (an) lebenden Pflanzen leben. Als Beispiele mögen folgende genannt werden:

a) *Tylenchus tritici*, Weizenälchen. In Weizenkörnern findet man zuweilen eine faserige Masse, die bei näherer Untersuchung sich als eine Anzahl kleiner eingetrockneter Rundwürmer erweist, die sich bei Anfeuchtung wieder beleben. Wenn solche „Gichtkörner“ mit gesunden Körnern zusammen ausgesäet werden, verlassen die Rundwürmer jene,

steigen an den jungen keimenden Weizenpflanzen hinauf, an denen man sie zwischen den Blattscheiden antrifft; zuletzt bohren sie sich in die Fruchtknoten ein, in denen sie geschlechtsreif werden und ihre Eier ablegen; aus diesen entwickeln sich die Würmer, die in den durch Umbildung der Fruchtknoten entstandenen „Gichtkörnern" angetroffen wurden.



Fig. 250. *Heterodera Schachtii*, Weibchen an einer Wurzelfaser hängend. Vergr. — Orig.

b) *Heterodera Schachtii*, Rübenälchen, verursacht die sog. Rübenmüdigkeit. Die Larve bohrt sich in die feineren Wurzeln der Runkelrübe (und verschiedener anderer Pflanzen) ein und entwickelt sich hier zur Geschlechtsreife. Die reifen Weibchen, die sich durch ihre kurze, citronenförmige Gestalt auszeichnen, stecken mit dem hinteren Teil ihres Körpers aus der Wurzel heraus, indem die Wurzelepidermis durch sie gesprengt wird; die langgestreckten Männchen bohren sich dagegen ganz aus den Wurzeln hervor und suchen die Weibchen zur Begattung auf. Das befruchtete Weibchen wird zuletzt (Fig. 250), indem die Organe zerfallen, zu einer mit Larven und Eiern gefüllten Brutkapsel, welche schließlich von der Wurzel abfällt.

c) *Anguillula aceti*, Essigälchen, lebt in saurem Kleister und in Essig.

Anmerkung. Eine äußerlich nematodenähnliche, aber abweichend gebaute Form ist die Gattung *Gordius*, „Wasserkalb", lange dünne bräunliche saitenähnliche Würmer, welche der oben erwähnten Mermis ähnlich sehen; das Männchen ist an dem gabligen Hinterende kenntlich. Die geschlechtsreifen Gordien leben im Süßwasser; der Mund ist bei ihnen geschlossen, der Darm sehr dünn. Wir heben folgende Abweichungen von den gewöhnlichen Nematoden hervor. Von den Längslinien ist nur die ventrale vorhanden. Das Zentralnervensystem ist durch einen Schlundring und einen ventralen Längsstamm vertreten. Excretionsorgane fehlen. Die von denjenigen anderer Nematoden mehrfach abweichenden Geschlechtsorgane münden sowohl beim Männchen wie beim Weibchen am Hinterende, resp. in die Cloake. Die Eier werden im Wasser abgelegt; aus ihnen entsteht eine kurze zylindrische Larve mit einem Bohrrüssel am Vorderende; diese dringt in eine Insectenlarve (Mückenlarve, Neuropterenlarve etc.), bleibt auch nach der Metamorphose in dem Insect. Wenn dann das Insect von einem Laufkäfer oder ähnlichem gefressen wird, entwickelt sich die Gordiuslarve weiter in der Leibeshöhle des letzteren, wird aber noch nicht geschlechtsreif. Im Frühling findet man den Laufkäfer tot oder sterbend im Wasser, der Wurm bohrt sich heraus, wird bald geschlechtsreif, wird begattet und legt Eier ab.

9. Klasse. Acanthocephala, Kratzer.

Aeußerlich erinnern die Kratzer an die Nematoden. Der Körper ist zylindrisch, gestreckt, oft quergerunzelt resp. geringelt, ziemlich fest. Am vorderen Ende befindet sich ein Fortsatz, der sogenannte Rüssel, der aus- und eingestülpt[1]) werden kann und mit mehreren

1) Der eingestülpte Rüssel wird von der muskulösen Rüsselscheide aufgenommen; wenn letztere sich kontrahiert, wird der Rüssel ausgestülpt.

Querreihen nach hinten gerichteter horniger Haken besetzt ist; der übrige Körper ist meistens glatt. In der Haut findet sich ein eigentümliches, geschlossenes, netzförmiges Kanalsystem, welches sich auf zwei im vorderen Teil der Leibeshöhle befindliche, von der Körperwand entspringende längliche Körper (die „Lemnisken") fortsetzt. Ein Darmkanal fehlt völlig; die Nahrung wird durch die Körperoberfläche aufgesogen, und das Kanalsystem und die Lemnisken führen wahrscheinlich die von der Haut aufgenommene Nahrungsflüssigkeit weiter in den Körper hinein. Das Nervensystem ist durch einen im vordersten Teil des Körpers (am Grunde des Rüssels) gelegenen Nervenknoten vertreten, von dem Nervenstämme nach vorn und nach hinten gehen. Sinnesorgane fehlen. Die Kratzer besitzen einen Excretionsapparat, der demjenigen der Plattwürmer ähnlich, namentlich mit ähnlichen Endästen versehen ist; er mündet in den Eileiter, resp. den Samenleiter aus[1]). Beim Weibchen findet man Eier von verschiedener Entwicklungsstufe frei in der Leibeshöhle; es ist nur ein Eileiter vorhanden, der in der Hauptsache (er hat einen etwas

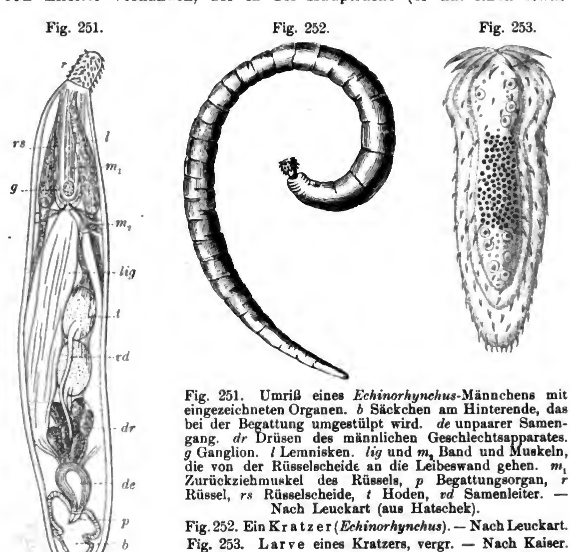


Fig. 251. Umriß eines *Echinorhynchus*-Männchens mit eingezeichneten Organen. *b* Säckchen am Hinterende, das bei der Begattung umgestülpt wird. *de* unpaarer Samengang. *dr* Drüsen des männlichen Geschlechtsapparates. *g* Ganglion. *l* Lemnisken. *lig* und m_2 Band und Muskeln, die von der Rüsselscheide an die Leibeswand gehen. m_1 Zurückziehmuskel des Rüssels, *p* Begattungsorgan, *r* Rüssel, *rs* Rüsselscheide, *t* Hoden, *vd* Samenleiter. — Nach Leuckart (aus Hatschek).

Fig. 252. Ein Kratzer (*Echinorhynchus*). — Nach Leuckart.

Fig. 253. Larve eines Kratzers, vergr. — Nach Kaiser.

1) Die Excretionsorgane verbreiten sich nicht wie bei den meisten Plattwürmern im ganzen Körper, sondern sind auf einen kleinen Raum beschränkt. (Sie wurden bisher nur bei Echinorhynchus gigas konstatiert).

komplizierten Bau)[1] ein an beiden Enden offener Schlauch ist, dessen vordere Oeffnung die Eier auffängt; die hintere Oeffnung ist die Ausfuhröffnung, die sich am Hinterende des Körpers befindet. Das Männchen, das gewöhnlich kleiner ist als das Weibchen, besitzt zwei Hoden, deren Ausführungsgänge sich zu einem gemeinsamen Samengang vereinigen, in den einige Drüsen münden und der sich mit einem ziemlich weiten ausstülpbaren Sack am Hinterende des Körpers öffnet.

Die Kratzer leben im erwachsenen Zustande im Darmkanal von Wirbeltieren, mit dem Rüssel in der Schleimhaut befestigt, und ernähren sich vom Darminhalt. Als Beispiel ihrer Entwicklung führen wir folgendes an. Die Eier des im Darm verschiedener Süßwasserfische lebenden *Echinorhynchus proteus* gehen mit den Excrementen der Fische ab und werden von einem Amphipoden (*Gammarus pulex*) verzehrt, in dessen Darmkanal dann aus jedem Ei eine längliche Larve ausschlüpft; diese besitzt an ihrem Vorderende einen aus etwa 10 Stacheln bestehenden Bohrapparat (vergl. Fig. 253), vermittelst dessen sie sich durch die Darmwand in die Leibeshöhle der Crustacee einbohrt, in der sie dann umherwandert, wächst und allmählich die Form des ausgebildeten Kratzers annimmt. Wenn die Crustacee von einem Fisch gefressen wird, so kommt der Kratzer in den Darmkanal des letzteren und wird hier geschlechtsreif.

Echinorhynchus gigas, dessen ♀ eine Länge von 50 cm erreichen kann (♂ bis 9 cm), lebt als erwachsenes Tier im Darm des Schweines, als Larve in den Larven des Rosenkäfers (*Cetonia aurata*) und anderer Blatthornkäfer.

Mit den Nematoden werden die Kratzer meistens unter dem Namen *Nemathelminthes* vereinigt, mit denen manchmal auch noch die folgende Klasse vereinigt wird. Kratzer und Nematoden haben aber in der Tat nichts Näheres miteinander zu tun, sind durchaus verschieden.

10. Klasse. **Chaetognatha.**

Die Chätognathen (*Sagitta*) sind wasserhelle, pelagische, einige Zentimeter lange Tiere, ungefähr zigarrenförmig, etwas von oben nach unten abgeplattet; am Ende des Körpers eine Schwanzflosse ähnlich der eines Fisches, aber horizontal; seitliche, ebenfalls horizontale Flossen weiter

Fig. 254. Eine *Sagitta*, von der Bauchseite. *a* After, *b* Chitinborsten, *bg* Bauchganglion, *c* Commissur zwischen Gehirn- und Bauchganglion, *d* Darm, *e* Eierstock, *el* Eileiter, *f* Flosse, *h* Hoden, *m* Mund, *s* Scheidewand zwischen Rumpf und Schwanz, *sb* Samenblase, *sf* Schwanzflosse, *sk* Samenkörperchen, *sl* Samenleiter, *v* vertikale Längsscheidewand im Schwanz. — Nach O. Hertwig.

1) Bemerkenswert ist es, daß der Eileiterschlauch eine seitliche Oeffnung besitzt, durch welche die unreifen, von der vorderen Oeffnung aufgenommenen Eier wieder in die Leibeshöhle zurückpassieren, während die reifen Eier durch den Schlauch weiter wandern.

vorn. Am Vorderende die Mundöffnung, jederseits von einer Reihe gebogener Chitinborsten flankiert, die als Greifwerkzeuge fungieren. Die Leibeshöhle ist durch zwei Querscheidewände in einen Kopf-, Rumpf- und Schwanzabschnitt geteilt; am Grunde des letzteren liegt der After (der Darmkanal ist eine gerade Röhre). Das Zentralnervensystem besteht aus einem Gehirnganglion im Kopf und einem ventralen Rumpfganglion, das mit jenem durch lange seitliche Commissuren verbunden ist; beide Ganglien liegen in der auffallenderweise mehrschichtigen Epidermis. Am Kopf zwei kleine Gruppen von inversen Augen. Unterhalb der Epidermis liegt eine Schicht von Längsmuskelzellen, die ähnlich wie bei den Nematoden in vier lange Streifen geteilt ist. Gefäße und besondere Excretionsorgane fehlen. Die Sagitten sind Hermaphroditen; ein Paar Eierstöcke liegen im Rumpf, ein Paar Hoden im Schwanz; die Eileiter, die mit den Eierstöcken direkt in Verbindung stehen, münden getrennt nach außen. Von den Hoden lösen sich die Zellen ab, die sich in der Leibeshöhle zu Samenkörperchen entwickeln; letztere werden von den Samenleitern aufgefangen, die an beiden Enden offene Röhren sind (mit einer Erweiterung, der Samenblase). Bezüglich der Entwicklung sei bemerkt, daß die junge Sagitta, wenn sie das Ei verläßt, wesentlich dieselbe Gestalt besitzt wie das erwachsene Tier.

5. Kreis. **Arthropoda, Gliederfüssler.**

Ebenso wie bei den Ringelwürmern ist der Körper in eine Anzahl Glieder oder Segmente gesondert, die äußerlich durch Einschnürungen getrennt sind. Die Segmente weichen aber dadurch von denen der Ringelwürmer ab, daß sie mit gegliederten Anhängen, Gliedmaßen, ausgestattet sind. Vorn unterscheidet man einen aus mehreren verschmolzenen Segmenten zusammengesetzten Abschnitt, den

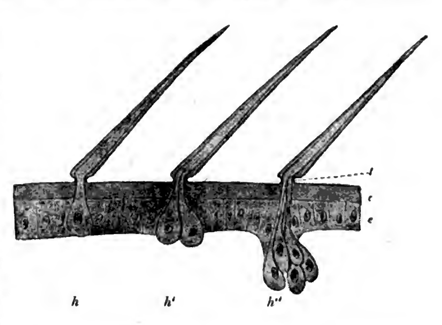


Fig. 255. Schnitt (etwas schematisiert) durch ein Stück der Haut eines Arthropoden, mit drei Haaren. *c* Cuticula. *e* Epidermis. *h*–*h''* Haarbildungszellen (besonders ausgebildete Epidermiszellen), die Fortsätze in die Haare hineinsenden (haben sich z. T. etwas unter die anderen Epidermiszellen hinab gesenkt); bei *h* ist nur eine solche Zelle vorhanden, bei *h'* und *h''* eine Gruppe. *t* dünnere Stelle an der Basis des Haares.

Kopf, der mehrere Gliedmaßenpaare trägt, die der Ernährung dienen und dementsprechend umgebildet sind: Vorder-, Mittel- und Hinterkiefer; außerdem befinden sich am Kopfe meistens ein oder

zwei Paare gegliederter Fühler oder Antennen. Die übrigen Segmente des Körpers können ziemlich gleichartig entwickelt sein; häufiger zerfällt er aber in mehrere ungleich ausgebildete Abschnitte. Manchmal sind mehrere Segmente zu einem Stück verschmolzen etc.

Der Körper und seine Anhänge sind überall ebenso wie bei den Ringelwürmern von einer Cuticula bekleidet, die von der Epidermis abgesondert ist. Diese Cuticula unterscheidet sich jedoch in einem anscheinend untergeordneten, aber in seinen Konsequenzen sehr wesentlichen Punkt von derjenigen der Ringelwürmer. Sie ist nämlich gewöhnlich von einer viel bedeutenderen Dicke und Festigkeit als bei jenen und erscheint deshalb als ein Panzer des Körpers, als Hautskelet. Nur an der Grenze der Glieder sowohl des eigentlichen Körpers als der Gliedmaßen bewahrt sie eine gewisse Dünnheit oder Weichheit, so daß eine Bewegung an dieser Stelle stattfinden kann: Gelenkhäute. Die Gelenkhäute sind kurze Röhren, welche die ebenfalls röhrenförmigen Glieder verbinden; meist ist es derartig eingerichtet (Fig. 256), daß die Gelenkhautröhre an zwei gegenüberliegenden Stellen ganz kurz ist, so daß die zwei angrenzenden Glieder hier einander ganz nahe liegen (Angelpunkte), während die Röhre im übrigen

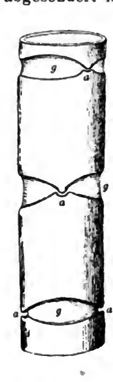


Fig. 256. Stück einer Gliedmaße eines Arthropoden. *g* Gelenkhäute, *a* Angelpunkte. An den Angelpunkten liegen die Glieder noch näher beisammen als in der Figur gezeichnet, in welcher die Glieder etwas auseinandergezogen sind. — Orig.

länger ist; hierdurch entsteht eine scharnierartige Bewegung der Glieder, die Glieder können dann nur in einer Ebene bewegt werden. Die Gelenkachse, d. h die Linie, durch welche man die Angelpunkte eines Gelenkes verbinden kann, hat vielfach in aufeinanderfolgenden Gelenken eine verschiedene Richtung, wodurch die Möglichkeit einer Bewegung nach verschiedenen Richtungen hin gegeben wird (vergl. z. B. die Brustfüße eines Hummers). In anderen Fällen ist nur ein solcher Punkt, wo die Glieder einander nahe liegen, vorhanden, oder gar keiner, und die Bewegung kann dann in demselben Gelenk nach verschiedenen Richtungen stattfinden. — Alle Arthropoden häuten sich[1]) in gewissen Zwischenräumen, wenigstens so lange das Wachstum dauert: die Cuticula löst sich von der unterliegenden Epidermis ab, birst an irgend einer Stelle und wird als ein Ganzes abgeworfen (resp. das Tier kriecht aus derselben heraus), nachdem vorher die Epidermis eine neue, zunächst weiche Cuticula abgesondert hat, die später erhärtet. Solche periodische Häutungen sind zum Wachstum unerläßlich, indem die wenig nachgiebige feste Cuticula dem Tiere nur in geringem Grade gestattet, seinen Umfang zu vergrößern. Das Wachstum des Tieres würde deshalb aufhören, wenn die umgebende Kapsel nicht von Zeit zu Zeit entfernt und durch eine neue geräumigere ersetzt würde. — Am Körper der Arthropoden finden sich in größerer oder geringerer Ausdehnung Haare (Fig. 255), Ausstülpungen der Cuticula, die eine Fort-

1) Auch bei manchen Ringelwürmern (z. B. bei den Hirudineen) und bei Nematoden finden ähnliche Häutungen statt.

setzung der weichen Epidermis enthalten; die Cuticula ist an der Stelle, wo sie in das Haar übergeht, verdünnt, so daß das Haar hier bewegt werden kann. — Die Cuticula der Arthropoden besteht aus einem organischen Stoff von hornähnlichem Aussehen, Chitin, der übrigens in chemischer Beziehung etwas ganz anderes ist als Hornstoff (vergl. S. 80). Dem Chitin sind öfters (namentlich bei den Crustaceen) Kalksalze, besonders kohlensaurer Kalk, eingelagert. — Die Haut ist bei den Arthropoden immer unbewimpert; überhaupt sind bei den Mitgliedern dieses Tierkreises niemals Wimperzellen (auch nicht in anderen Organen) vorhanden.

Das Muskelsystem (Fig. 257, vergl. auch Fig. 24 *C*, S. 22) ist ebenso wie bei den Ringelwürmern an die Haut geknüpft; die Ausbildung eines gegliederten Hautskelets bedingt jedoch wesentliche Abweichungen von dem Verhalten der Ringelwürmer. Statt eines zusammenhängenden Muskelschlauches unterhalb der Haut finden wir hier meistens eine große Anzahl gesonderter Muskeln, die von einem Glied zum anderen gehen, sich mit ihren Enden der Innenseite der Haut anheften und durch ihre Kontraktionen die Segmente des Körpers sowie die Glieder der Gliedmaßen gegeneinander bewegen. Oft verbinden die Muskeln sich mit sog. Sehnen, die bei den Arthropoden stets Einstülpungen der Cuticula der Haut sind (natürlich von einer entsprechenden Epidermiseinstülpung umgeben, Fig. 258), also aus Chitin bestehen; sie werden bei jeder Häutung mit der übrigen Cuticula abgeworfen und neu gebildet.

Fig. 257. Die drei letzten Glieder eines Arthropodenbeines mit den zugehörigen Muskeln, durch einen Längsschnitt halbiert. Schema. *a* Angelpunkt, *B* und *b* Beugemuskeln, *g* Gelenkhaut, *S* und *s* Streckmuskeln, *se* Sehne; *1* letztes, *2* vorletztes Glied etc. — Orig.

Fig. 258. Längsschnitt durch ein Gelenk eines Arthropoden, Schema. *c* Cuticula, *ep* Epidermis, *g* Gelenkhaut, *m* Muskel, *o* Oeffnung der Sehne, an welche sich der Muskel heftet. — Orig.

Aehnliche Einstülpungen der Cuticula ins Körperinnere wie die „Sehnen“ sind die sog. Apodemen (Fig. 259), die dadurch von den Sehnen abweichen, daß sie unbeweglich mit der übrigen Cuticula verbunden sind. Es sind ansehnliche Fortsätze von verschiedener Form, die von der Haut nach innen ausgehen und teils als Ursprungsstellen für Muskeln dienen, teils besonders wichtige Organe überdecken (z. B. beim Flußkrebs Partien des Zentralnervensystems).

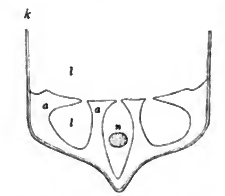


Fig. 259. Querschnitt der ventralen Seite des Körpers eines Krebses mit in die Leibeshöhle (*l*) von der Körperwand (*k*) hineinragenden Apodemen (*a*). *n* Bauchnervenkette. – Orig. Schema.

Ein Organ, das an die Sehnen erinnert und ebenfalls mit Muskeln in Verbindung steht, aber etwas ganz anderes ist als jene, ist das sog. Endosternum mancher Arachniden und Crustaceen, eine knorpelige (oder bindegewebig-knorpelige), in mehrere Zipfel ausgezogene unpaare Platte, die ihren Platz oberhalb des vorderen Teiles der Bauchnervenkette hat. Das Endosternum hat nichts mit der Haut zu tun, ist ein durchaus inneres Gebilde.

Das Muskelgewebe der Arthropoden — und zwar nicht allein dasjenige der eigentlichen Muskeln, sondern auch das der Darmwandung, des Herzens etc. — besteht fast ausschließlich aus quergestreiften, vielkernigen Muskelfasern [1]).

Fig. 260.

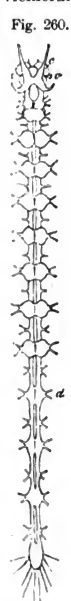


Fig. 261.



Fig. 262.

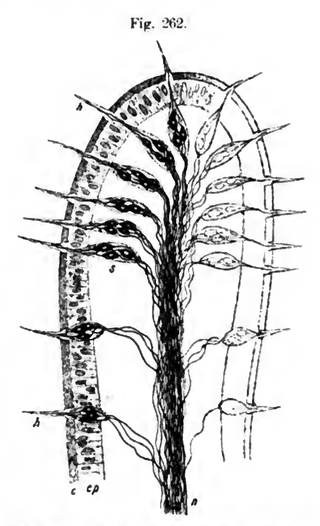


Fig. 261. Nervensystem einer Krabbe. *a* Nerv des großen Scherenfußes, *c* Gehirn, *g* verschmolzene Bauchganglien, *n* Schwanznerv. — Nach H. Milne Edwards.

Fig. 260. Nervensystem eines Gammarus. *c* Gehirn, *d* erstes Ganglienpaar des Schwanzabschnittes, *o* Auge; *I* erstes Bauchganglienpaar. — Nach Sars.

Fig. 262. Ende des Tasters eines Insects mit Sinneszellengruppen (*s*) und Sinneshaaren (*h*). *c* Cuticula, *ep* Epidermis, *n* Nerv. Einige der Sinneszellengruppen liegen in der Epidermis, andere unter ihr. — Schema nach einer Figur von Vom Rath.

1) Selten können einige der Muskelfasern glatt sein.

Das Nervensystem schließt sich eng an das der Ringelwürmer an. Ebenso wie bei diesen findet sich längs der Bauchseite eine Reihe von Ganglienpaaren, in jedem Segment ein Paar, das mit dem des vorhergehenden und nachfolgenden Segments durch doppelte Nervenstränge verbunden ist; von dem vordersten dieser Bauchganglienpaare entspringen zwei Nervenstränge, die, jederseits vom Schlunde verlaufend, sich oberhalb von diesem im Kopfe mit einem doppelten Ganglienknoten, dem Gehirn, verbinden. Das Gehirn erreicht oft eine sehr bedeutende Größe, was u. a. zu der starken Entwicklung gewisser Sinneswerkzeuge, die am Kopfe ihren Platz haben (der zusammengesetzten Augen), in Beziehung steht. Aber auch die Bauchganglien zeigen oft bemerkenswerte Abweichungen von denen der Ringelwürmer, Abweichungen, die der oben erwähnten Ungleichartigkeit in der Ausbildung der Körpersegmente und der engeren Verbindung derselben ihre Entstehung verdanken. Es bilden sich z. B. in stark entwickelten Segmenten auch die zugehörigen Ganglien stärker aus, und eine engere Vereinigung mehrerer Segmente hat sehr oft auch eine Verschmelzung der betreffenden Ganglienpaare zur Folge; in einigen Fällen können sogar sämtliche Bauchganglien zu einer einzigen ungegliederten Masse verschmelzen, was dann meistens mit einer Verkürzung des Körpers auch im Aeußeren zusammenfällt (z. B. bei Krabben, Fig. 260). In gewissen Fällen können sogar die Gehirnganglien mit den übrigen verschmolzen sein (siehe die Spinnentiere). Nicht selten findet während der Entwicklung eine Verschiebung der Ganglien statt, und zwar so, daß das einem Segment angehörige Ganglienpaar weiter nach vorn rückt; die von diesem entspringenden Nerven gehen aber trotzdem zu dem Segment, dem das Ganglienpaar eigentlich angehört. Die beiden zu demselben Paare gehörenden Ganglien sind durch einen Querstrang verbunden, der fast immer kurz, oft so kurz ist, daß bie beiden Ganglien zu einem verschmelzen, was auch mit den beiden die Ganglienpaare der verschiedenen Segmente verbindenden Längsnervensträngen der Fall sein kann.

Sinnesorgane. Die Ausbildung eines Cuticularskelets hat zur Folge gehabt, daß der Tastsinn mehr auf einzelne Stellen der Körperoberfläche lokalisiert ist. Namentlich sind manche Haare dadurch zu Tasthaaren ausgebildet, daß an der Basis des Haares in oder unter der Epidermis eine oder mehrere Sinneszellen liegen, die je einen faserförmigen Fortsatz in das Haar entsenden, während vom entgegengesetzten Ende der Zelle eine Nervenfaser zum Zentralnervensystem zieht (Fig. 262). Auch in anderer Weise können Tastzellen mit der Haut in Verbindung treten, z. B. zu kleinen kuppelförmigen Erhebungen der Cuticula gehen. Als Geruchsorgane fungieren feine, mit einer sehr dünnen Cuticula versehene Haare, die an dem vorderen Fühlerpaare der Crustaceen und an den Fühlern der Insecten vorhanden sind (vergl. Fig. 28, S. 26); sie stehen in derselben Weise wie die Tasthaare mit Sinneszellen in Verbindung. (Vergl. S. 26). — Gehörorgane (resp. Statocysten) sind bei manchen Crustaceen und Insecten bekannt; wir werden sie bei den betreffenden Abteilungen betrachten.

Die Sehorgane der Arthropoden finden sich stets nur am Kopfe. Wenn vollständig entwickelt, sind sie durch ein Stirnauge und zwei Seitenaugen vertreten; sowohl ersteres als letztere bestehen aus je einer Gruppe von kleinen Augen.

Die Seitenaugen, die wir zunächst betrachten, sind entweder je eine Anzahl getrennter sog. Punktaugen oder aber — häufiger — zusammengesetzte Augen, bestehend aus zahlreichen, dicht beisammen gelagerten kleinen Augen. In seiner einfachsten Form (Fig. 263 *A*) ist das Punktauge, wie früher erwähnt (S. 31), eine

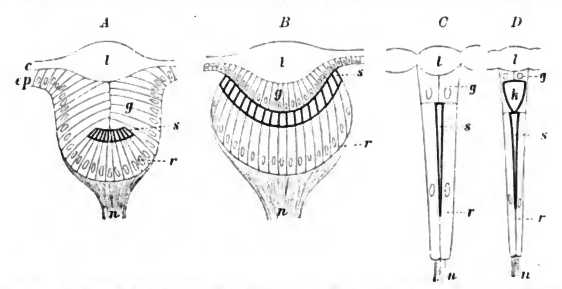
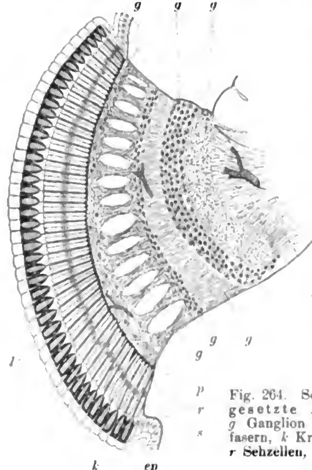


Fig. 263. Verschiedene Formen von Arthropodenaugen, schematisch. *A*, *B* Punktaugen; *C*, *D* einzelne Augen aus zusammengesetzten Arthropodenaugen. *c* Cuticula, *ep* Epidermiszellen, *g* Glaskörper, *k* Krystallkegel, *l* Linse, *n* Sehnerv, *r* Sehzellen, *s* Stabteil der Sehzellen.



grubenförmig eingesenkte Epidermispartie, in deren Boden die Sehzellen, die je ein Stäbchen tragen, sitzen; die Seiten der Grube sind sozusagen über den Sehzellen zusammengetreten, so daß diese nicht die Cuticula berühren; letztere hat an der betreffenden Stelle eine linsenförmige Verdickung. Häufiger als diese einfachste Form des Punktauges ist jedoch eine andere, die dadurch abweicht, daß die Sehzellen sich mehr aus dem Verband mit der übrigen Epidermis gelöst haben; in diesen Augen (*B*) liegt unterhalb der Linse eine dünnere oder dickere Schicht (*g*) durch-

Fig. 264. Schnitt durch das ganze zusammengesetzte Auge eines Insects. *ep* Epidermis, *g* Ganglion mit davon ausgehenden Sehnervenfasern, *k* Krystallkegel, *l* Linse, *p* Pigmentzellen, *r* Sehzellen, *s* Stäbchenteil der Sehzellen. — Nach B. Haller.

sichtiger Zellen in unmittelbarem Zusammenhang mit der angrenzenden Epidermis und denjenigen Zellen entsprechend, die in der einfachsten Augenform (*A*) sich über die Sehzellen hinschieben; unterhalb dieser Zellenschicht, die als Glaskörper bezeichnet wird, liegen die Sehzellen. Die zusammengesetzten Augen (Fig. 263 *C*, *D*; Fig. 264) bestehen aus einer größeren Anzahl (bis mehrere Tausende) dicht zusammengelagerter einzelner Augen, die einen ähnlichen Bau wie die Punktaugen besitzen. Für das zusammengesetzte Auge ist es jedoch eigentümlich, daß die einzelnen Augen, aus denen es besteht, sehr schmal und gestreckt sind und jedes nur eine ganz kleine Anzahl von Sehzellen (meist 6—8) und Glaskörperzellen besitzt. Wie in den einfachsten Augen besitzt jede Sehzelle ein Sehstäbchen (am oberen Ende oder am inneren Rande der Zellen); häufig findet man auch, daß in jeder Glaskörperzelle ein eigentümlicher lichtbrechender Körper sich entwickelt, der mit den entsprechenden der übrigen Glaskörperzellen zu einem sog. Krystallkegel (*D*, *k*) verschmilzt.

Das Stirnauge der Crustaceen ist in schroffem Gegensatze zu den Seitenaugen eine kleine Gruppe inverser Augen — also Augen des Plattwurmtypus (Fig. 34, 1—2, S. 31—32) —, an die sich linsenförmige Verdickungen der überlagernden Cuticula anschließen können. Die Einzelaugen des Stirnauges können einander nahe angelagert oder aber getrennt sein. — Anders verhält sich das Stirnauge der Insecten, das eine Gruppe everser Augen ist, die den seitlichen Punktaugen ähnlich, also wahrscheinlich dem Stirnauge der Crustaceen nicht homolog sind.

Der Darmkanal durchzieht meistens den Körper als ein ziemlich gerader Schlauch; die Mundöffnung befindet sich am vorderen Ende, gewöhnlich auf der Unterseite, der After am hinteren Ende. Speicheldrüsen und Leber sind in gewissen Gruppen vorhanden, fehlen in anderen.

Gefäßsystem. Das gewöhnlich röhrenförmige Herz, dem Rückengefäß der Ringelwürmer entsprechend, befindet sich auf der Rückenseite des Tieres (oberhalb des Darmkanals). In das Herz münden keine Venen hinein, sondern es nimmt das Blut durch eine Anzahl venöser Spaltöffnungen (meistens mehrere Paare) in sich auf, aus einem das Herz umgebenden Blutbehälter, dem Herzbeutel;

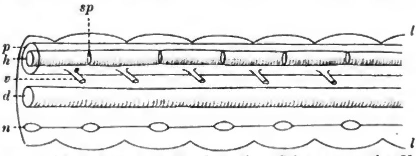


Fig. 265. Stück des Körpers eines Arthropoden, Schema, um das Verhalten des Herzens zu zeigen. *d* Darm, *h* Herz, *l* Leibeswand, *n* Bauchganglienkette, *p* Herzbeutel, *sp* venöse Spaltöffnung, *v* in den Herzbeutel einmündende Vene.

letzter empfängt das Blut von den Kiemen (Lungen), wenn solche vorhanden sind, oder vom Körper. Uebrigens bietet das Gefäßsystem bei verschiedenen Arthropoden sehr verschiedenartige Verhältnisse dar, die später betrachtet werden sollen. In selteneren Fällen (Milben, kleine Crustaceen) fehlt es völlig. — Das Blut ist ge-

wöhnlich eine farblose Flüssigkeit mit amöboiden farblosen Blutkörperchen.

Atmungswerkzeuge fehlen bei gewissen Arthropoden gänzlich (namentlich bei gewissen kleineren Crustaceen); gewöhnlich sind aber entweder Kiemen oder eigentümliche Luftatmungswerkzeuge vorhanden (vergl. die einzelnen Klassen).

Excretionsorgane. Den Segmentalorganen der Ringelwürmer entsprechen aller Wahrscheinlichkeit nach die sog. Antennen- und Schalendrüsen der Crustaceen (s. S. 286—87); auch ein an dem letzten Kieferpaar bei den Diplopoden und Thysanuren ausmündendes Drüsenpaar, das wahrscheinlich der Schalendrüse der Crustaceen entspricht, gehört hierher; ferner auch die Coxaldrüsen, die bei manchen Arachniden am Grunde des 3. Beinpaares und bei Limulus am Grunde des 5. Beinpaares ausmünden. Sowohl die Coxaldrüsen wie die genannten Drüsen der Crustaceen etc. sind lange, gewundene Drüsenschläuche, die als Excretionsorgane fungieren und ebenso wie die Segmentalorgane der Würmer vom „Mesoderm" abstammen. An ihrem inneren Ende öffnen sie sich in ein „Endsäckchen", das ein abgetrennter Cölomabschnitt ist. Bei den meisten Insecten fehlt dagegen jede Spur von Segmentalorganen. Statt dessen besitzt diese Abteilung sog. Malpighische Gefäße, lange Drüsenschläuche, welche in den Enddarm einmünden und als Excretionsorgane fungieren; auch bei den Tausendfüßlern und Arachniden können dieselben oder ähnliche Organe vorhanden sein. — Allgemein findet man bei den Arthropoden in verschiedenen Teilen des Körpers sog. Nephrocyten, meistens große, isoliert oder in Gruppen liegende Zellen, welche Excretionsstoffe aufspeichern.

Geschlechtsorgane. Die Arthropoden sind mit wenigen Ausnahmen getrennten Geschlechts. Die männlichen und die weiblichen Geschlechtsorgane stimmen in den Hauptzügen miteinander überein. Es ist niemals mehr als ein Paar Geschlechtsdrüsen vorhanden; häufig sind beide miteinander verbunden oder gar zu einem unpaaren Organ verschmolzen. Von jeder Geschlechtsdrüse entspringt ein Ausführungsgang (ein Ei- resp. Samenleiter), der an der Unterseite des Tieres in kürzerem oder längerem Abstand vom After, immer vor diesem, ausmündet; oft sind die beiden Ausführungsgänge in ihrem Endabschnitt miteinander vereinigt und münden dann mit einer unpaaren Oeffnung. Wo die Geschlechtsdrüsen verbunden oder verschmolzen sind, sind trotzdem gewöhnlich zwei Ausführungsgänge vorhanden.

1. Klasse. **Crustacea, Krebstiere.**

Der Kopf ist im allgemeinen nicht (wie es z. B. bei den Insecten der Fall ist) durch eine scharfe Grenze vom übrigen Körper gesondert, und oft sind einige der folgenden Segmente mit dem Kopf verschmolzen („Cephalothorax"). Am Kopfe findet man außer den Augen, auf die wir später zurückkommen werden, zwei Antennenpaare (Vorder- und Hinterantennen) und drei Kieferpaare: Vorderkiefer (Oberkiefer, Mandibel), Mittelkiefer (1. Maxille), Hinterkiefer (2. Maxille). Die Antennen sind meistens langgestreckte, peitschenähnliche Anhänge, die aus einem kürzeren, aus wenigen Gliedern bestehenden Basalabschnitt, dem Schaft, und einem längeren, aus vielen kurzen Gliedern

zusammengesetzten biegsamen Endabschnitt, der sog. Geißel, bestehen; statt einer Geißel können auch zwei solche nebeneinander am Ende des Schaftes (der Vorderantennen) entspringen. Der wichtigste

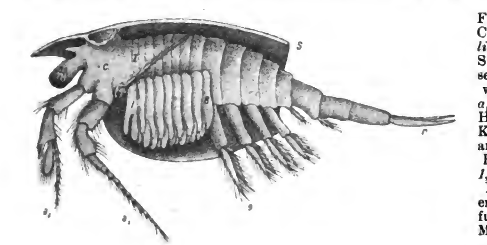


Fig. 266. Eine Crustacee, *Nebalia*, mit großem Schild, *S*, dessen linke Hälfte weggenommen. a_1 Vorder-, a_2 Hinterantenne, *c* Kopf, *r* Schwanzanhänge, *I* erstes Rumpfsegment; *1*, *8* erster, achter Rumpffuß; *9* erster Schwanzfuß. — Nach H. Milne Edwards.

Teil des Vorderkiefers ist die große, feste, ungegliederte Basalpartie, der eigentliche Vorderkiefer, der in der Regel an seiner nach innen gewendeten Seite mit einem scharfen gezähnten Rand und oft mit einer höckerigen Kauplatte ausgestattet ist (sowohl der scharfe Rand als die Kauplatte wirken gegen die entsprechenden Teile des anderen Vorderkiefers); dem Vorderkiefer ist manchmal ein schmälerer gegliederter Anhang, „Palpus", Taster, angefügt. Die beiden anderen Kieferpaare (Fig. 268 *C*) stehen an Stärke meistens den Vorderkiefern weit nach; sie sind plattenförmig, ihr Innenrand ist in mehrere Lappen (Kauladen) geteilt und mit steifen Borsten besetzt; sie besitzen ebenfalls öfters einen schmäleren Endabschnitt, einen Taster. Am übrigen Körper findet sich eine verschiedene Anzahl Gliedmaßenpaare, die von der Bauchseite entspringen, an jedem Segment ein Paar; die hintersten Segmente sind jedoch häufig gliedmaßenlos, was auch zuweilen bei einzelnen der

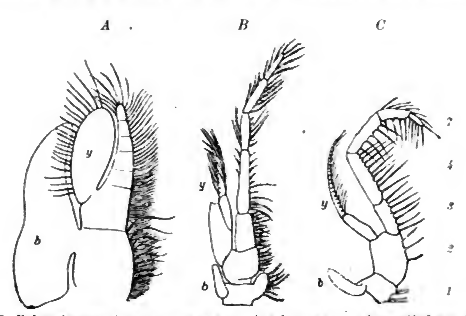


Fig. 267. Beispiele typischer Crustaceen-Gliedmaßen. *A* Rumpffuß von *Nebalia*, *B* Rumpffuß eines Leuchtkrebses, *C* letzter Kieferfuß einer Garneelen-Larve. *1*—*7* die Glieder des Stammes, *y* Außen-, *b* Nebenast. Vergr. — Orig.

übrigen Segmente der Fall ist. In seltneren Fällen sind diese sämtlichen Gliedmaßen gleich oder ungefähr gleich gebildet, im allgemeinen sind sie aber an verschiedenen Segmenten oder Abschnitten des Körpers mehr oder weniger ungleichartig. Häufig sind z. B. die vordersten in den Dienst der Ernährung getreten und dementsprechend umgebildet und werden dann Kieferfüße genannt; die hintersten können als Schwimmwerkzeuge fungieren, während andere weiter vorn am Körper Gehwerkzeuge sind etc. Die Gliedmaßen haben überhaupt eine höchst verschiedene Form und Funktion.

Bei alledem besitzen jedoch sämtliche Gliedmaßen, und zwar nicht allein diejenigen, die dem Rumpf angehören, sondern auch die Gliedmaßen des Kopfes, d. h. die Hinterantennen [1]) und die drei Kieferpaare, einen bestimmten gemeinsamen Typus. Eine vollständig entwickelte Gliedmaße einer Crustacee (Fig. 267) besteht aus folgenden Teilen: 1. einem Stamm (Endopodit, Innenast), der aus einer Anzahl Glieder zusammengesetzt ist und den Hauptteil der Gliedmaße darstellt; 2. einem vom zweiten Glied des Stammes entspringenden Außenast (Exopodit), ungegliedert oder wenigstens nicht in eigentliche, einzeln gegeneinander bewegliche Glieder geteilt, gewöhnlich abgeplattet und mit Randhaaren versehen; 3. einem Nebenast (Epipodit), der vom ersten (Basal-) Glied des Stammes entspringt, immer ungegliedert, gewöhnlich spärlich behaart, dünnhäutig ist (steht in der Regel im Dienst der Respiration). Sowohl Außen- als Nebenast können fehlen,

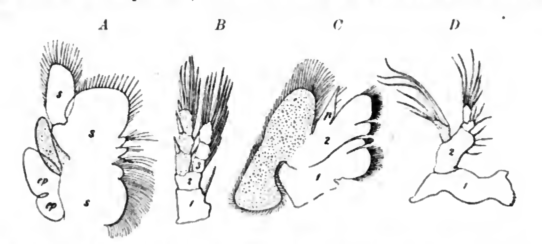


Fig. 268. Gliedmaßen verschiedener Crustaceen; der Außenast ist überall punktiert. *A* Schwimmbein von *Branchipus*, *B* Schwimmbein eines Copepoden, *C* Hinterkiefer eines Decapoden, *D* Vorderkiefer eines Copepoden. *s* Stamm, *1, 2, 3*, erstes bis drittes Glied desselben, *p* Taster, *ep* Nebenast. — Orig.

entweder der eine [2]) oder alle beide, so daß die Gliedmaße dann aus dem Stamm allein besteht; auch ein größerer oder kleinerer Teil des Stammes kann manchmal rückgebildet sein. Andererseits können sich einige Glieder des Stammes besonders stark ausbilden, so ist es z. B.

1) Die Vorderantennen, die oft als Gliedmaßen bezeichnet werden, schließen sich nicht an die übrigen genannten Anhänge an, sondern weisen eigentümliche Verhältnisse auf (ein vom zweiten Glied entspringender Außenast fehlt immer, etc.); sie sind ebenso wie die Augenstiele als besondere Anhänge aufzufassen, welche die Aufgabe haben, als Träger von Sinneswerkzeugen (Geruchs- und Gehörorganen) zu fungieren.

2) An den Gliedmaßen des Kopfes (den Hinterantennen und den drei Kieferpaaren) fehlt z. B. immer der Nebenast.

mit den ersten Gliedern der Kiefer[1]) der Fall. Der Außenast kann platt oder zylindrisch, geringelt oder ungeringelt sein etc.

Von anderen Körperanhängen ist das sogenannte Schild (oder die Schale), Fig. 266, hervorzuheben, eine vom oberen Teile des Kopfes entspringende, nach hinten gerichtete mantelartige Hautfalte, die einen größeren oder kleineren Teil des Körpers überdeckt. Häufig ist das Schild mit dem Rumpf längs der Rückenseite verwachsen. Zuweilen ist die Mittellinie des Schildes weicher als das übrige, so daß es in zwei bewegliche Hälften zerfällt, welche ähnlich wie eine Muschelschale den Körper umgeben. Die äußere Oberfläche des Schildes ist gewöhnlich mit einer dicken, festen Cuticula bedeckt, so daß das Schild eine wirklich schützende Decke für den Körper wird; die dem Körper zugekehrte Oberfläche des Schildes ist dagegen weicher. Das Schild gehört zu den sehr charakteristischen Bestandteilen des Crustaceen-Körpers, wenn es auch bei manchen fehlt.

Die den Körper der Crustaceen bekleidende Cuticula besitzt oft eine ansehnliche Dicke und Festigkeit; das Chitin enthält immer Kalksalze (namentlich kohlensauren Kalk) in verschiedener Menge.

Die Geruchsorgane haben ihren Sitz an den Vorderantennen; es sind lange, fadenförmige, sehr dünne und weiche Haare, die frei ins Wasser herausragen. — Gehörwerkzeuge (Statocysten) kennt man nur bei gewissen Malacostraken (siehe die Mysiden und die Decapoden). — Von Sehwerkzeugen findet man bei den Crustaceen teils das Stirnauge (Naupliusauge), oben in der Mittellinie des Kopfes, aus einer kleinen Gruppe von Augen bestehend, teils ein Paar große zusammengesetzte Seitenaugen, die oft auf beweglichen Stielen sitzen (in anderen Fällen unbeweglich sind). Bei einigen Crustaceen sind sowohl das Stirnauge als die Seitenaugen vorhanden, bei einigen nur jenes, bei manchen nur die letzteren. Bei zahlreichen Formen ist das Stirnauge im Larvenleben vorhanden, während es später verschwindet.

Der Darmkanal nimmt seinen Anfang vorn auf der Unterseite des Kopfes mit einer zwischen den Vorderkiefern liegenden Mundöffnung, die vorn und hinten oft von je einer hervorragenden Hautfalte, der Oberlippe und der Unterlippe, begrenzt ist. Der Darmkanal ist ein gerader Schlauch, der sich am letzten Körpersegment öffnet. Meistens ist eine Leber vorhanden.

Atmungswerkzeuge. Die Crustaceen atmen durchweg den im Wasser aufgelösten Sauerstoff. Bei manchen, besonders kleinen, dünnhäutigen Formen fehlen besondere Atmungswerkzeuge; dann fungiert die ganze Körperoberfläche oder ein größerer Teil davon als solches. Bei den meisten sind dagegen gewisse Teile des Körpers speziell als Kiemen entwickelt. Zuweilen ist es einfach das Schild, dessen dünnhäutige Innenseite als Atmungswerkzeug dient; in anderen Fällen fungieren der abgeplattete Nebenast der Gliedmaßen oder andere Teile derselben als Kiemen; bei anderen sind die Kiemen besondere, meistens verästelte Anhänge, die von den Gliedmaßen oder von den Körperseiten entspringen. Neben diesen eigentlichen, meistens durch ein sehr feines und dichtes Gefäßnetz ausgezeichneten Kiemen kann auch die übrige Oberfläche ganz oder teilweise ihre Bedeutung für die Respiration bewahren.

1) Der eigentliche als Beiß- oder Kauwerkzeug tätige Vorderkiefer ist z. B. das sehr stark entwickelte Basalglied der betreffenden Gliedmaße; der Vorderkiefertaster stellt den übrigen Teil des Stammes dar.

Einige auf dem Lande lebende Crustaceen atmen atmosphärische Luft, und bei diesen kommt es zuweilen zur Ausbildung eigentümlicher Atmungsorgane. So ist es z. B. bei einem mit den Einsiedlerkrebsen verwandten, auf den indischen und pazifischen Inseln lebenden Krebs, *Birgus latro*; seine Kiemen sind sehr klein, die von den Seitenteilen des Schildes begrenzte Kiemenhöhle fungiert aber als luftatmendes Organ und ist dementsprechend mit gefäßreichen, die Oberfläche vergrößernden Auswüchsen (welche von der Innenseite des Schildes entspringen) ausgestattet. Bei einem echten Einsiedlerkrebs, *Coenobita*, fungiert die weiche Haut des Schwanzes als Atmungsorgan und ist zu diesem Zwecke mit einem Gefäßnetz ausgestattet. Vergl. auch die Landasseln, S. 311.

Das Gefäßsystem ist ziemlich verschiedenartig ausgebildet. Bei einigen ist das ganze Gefäßsystem nur durch das Herz vertreten, welches das Blut durch den Körper treibt, wo es in den Lücken zwischen den verschiedenen Organen fließt; in gewissen Fällen fehlt sogar das Herz. Eine derartige geringe Ausbildung des Gefäßsystems steht meistens mit einer geringen Körpergröße und dem Mangel besonderer Atmungswerkzeuge in Verbindung. Wenn Atmungswerkzeuge vorhanden sind, findet man in der Regel eine reichere Entwicklung des Gefäßsystems

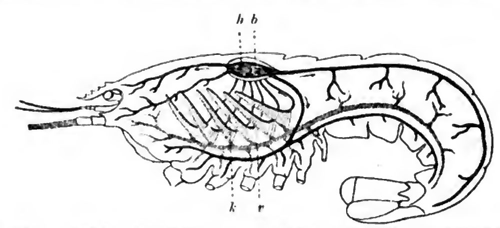


Fig. 269. Gefäßsystem eines Hummers, Schema. Die Gefäße, die arterielles Blut enthalten, sind schwarz, die anderen grau gehalten; die Pfeile deuten die Richtung des Blutstromes an. *b* Herzbeutel, *h* Herz, *k* Kieme, *r* venöser Blutbehälter, von dem das Blut zu den Kiemen geht. — Nach Gegenbaur.

und wirklich abgegrenzte Gefäße, wenn solche auch an manchen Stellen des Körpers nicht bestehen, wo dann das Blut in den Lücken zwischen den Organen strömt: das Gefäßsystem ist somit auch hier nicht völlig geschlossen. Der Kreislauf verhält sich bei kiementragenden Crustaceen folgendermaßen (vergl. Fig. 269): Von dem Herzen wird das Blut durch mehr oder weniger ausgebildete Arterien in die verschiedenen Teile des Körpers getrieben; nachdem es hier Kohlensäure aufgenommen und Sauerstoff abgegeben hat, sammelt es sich in größeren Blutbehältern und verteilt sich von da aus zu den Kiemen; nachdem es hier wieder Sauerstoff aufgenommen hat, tritt es durch besondere Gefäße zum Herzbeutel und von diesem Blutbehälter durch die Spalten des Herzens in das letztere hinein, um schließlich wieder in den Körper zu strömen.

Excretionsorgane. Wie bereits erwähnt, findet man bei den Crustaceen zwei Paare schlauchförmiger Organe, die Segmentalorganen der Ringelwürmer entsprechen (vergl. S. 282); sie sind

gewöhnlich von ansehnlicher Länge und liegen in zahlreichen Windungen; das vorderste Paar, die Antennendrüsen, münden im Basalgliede der Hinterantennen, das zweite, die Kiefer- oder Schalendrüsen[1]), am Grunde der Hinterkiefer. Selten sind beide Paare gleichzeitig bei demselben Tier entwickelt; oft ist das eine Paar im Larvenzustande vorhanden und verschwindet später, wenn das andere sich ausgebildet hat[2]). Selten fehlen beide. Das Organ ist im einfachsten Fall eine zylindrische Röhre, meist von ansehnlicher Länge, die mit einem einfachen „Endsäckchen“ (S. 282) sich verbindet; manchmal ist die Röhre dicht bei der äußeren Oeffnung zu einer Harnblase erweitert. Bei einigen, besonders bei den Decapoden (Antennendrüse), kompliziert sich jedoch das ganze Organ bedeutend. Die Harnblase kann bei manchen Decapoden ungeheuer groß werden, sich verzweigen und über große Partien des Körpers erstrecken; auch das eigentliche Drüsenrohr kann sich, z. B. durch Ausbildung von Ausstülpungen etc., stark komplizieren, ebenso wie auch das Endsäckchen sich verzweigen kann. — Ueber die Coxaldrüsen von Limulus vergl. S. 282.



Fig. 270. Antennendrüse einer Crustacee (*Mysis*). *blr* Bluträume, *ea* Ausführungsgang, *es* Endsäckchen, *hb* sog. Harnblase, *rc* Drüsenröhre. — Nach Grobben.

Die genannten Organe sind bei den Crustaceen nicht die einzigen, die der Excretion dienen. Bei den Amphipoden und Stomatopoden dürften Drüsenschläuche, die hinten in den Darmkanal einmünden, eine excretorische Funktion haben (vergl. die Insecten). Die „Leber“ der Decapoden u. a. scheidet nicht allein Verdauungssäfte, sondern auch Excretstoffe ab. Ferner findet man allgemein Nephrocyten in den verschiedensten Teilen des Körpers.

Die große Mehrzahl der Crustaceen ist getrennten Geschlechts. Die Geschlechtsorgane münden auf der Unterseite des Körpers, in der Regel ziemlich weit vom hinteren Ende entfernt, gewöhnlich mit zwei getrennten Oeffnungen. Die Oeffnungen der Eileiter befinden

1) Letzterer Name stammt daher, daß diese Drüsen oftmals (z. B. bei *Apus*) größtenteils in dem Schild (der Schale) liegen.

2) Bei den Entomostraken ist es durchgängig die Schalendrüse, die beim Erwachsenen, die Antennendrüse, die bei der Larve vorhanden ist, während umgekehrt die Malacostraken im erwachsenen Zustande mit der Antennendrüse, als Larven häufig mit der Schalendrüse ausgestattet sind; es gibt jedoch Malacostraken (Isopoden, Stomatopoden), die im erwachsenen Zustande eine Schalendrüse besitzen.

sich bei manchen weiter nach vorn als die der Samenleiter. — Nicht selten findet eine parthenogenetische Entwicklung statt (siehe Branchipus, Apus, die Daphniden).

Die Entwicklung ist gewöhnlich mit einer sehr ausgeprägten Metamorphose verbunden, indem das Junge, wenn es das Ei verläßt, von dem Erwachsenen wesentlich verschieden ist. Der Unterschied besteht u. a. darin, daß die Larve eine geringere Anzahl Segmente und Gliedmaßen als das erwachsene Tier besitzt; ferner haben viele der Gliedmaßen einen anderen Bau und teilweise auch eine andere Funktion als bei letzterem. Einer großen Anzahl von Crustaceen ist es gemeinsam, daß sie das Ei auf dem sog. Nauplius-Stadium verlassen, als ein kleines gedrungenes Geschöpf, das nur mit dem ersten und zweiten Antennenpaare und den Vorderkiefern ausgestattet ist: diese Anhänge sind alle als ziemlich kräftige Schwimmwerkzeuge entwickelt, die Hinterantennen und die Vorderkiefer (welch letztere von ihrer späteren Form ganz abweichend gestaltet sind) mit einem lang behaarten Außenast versehen; von den Augen besitzt der Nauplius nur das Stirnauge, die Seitenaugen fehlen völlig. Der Nauplius, der frei im Wasser umherschwimmt, wächst allmählich in die Länge, die nachfolgenden Gliedmaßen sprossen hervor, und nach einer Reihe mit Häutungen einhergehender Umgestaltungen erreicht das Krebschen schließlich die definitive Gestalt. Bei anderen Crustaceen verläßt das Junge aber das Ei in einem weiter ausgebildeten Zustand, mit mehr Gliedmaßenpaaren ausgestattet etc. (vergl. unten).

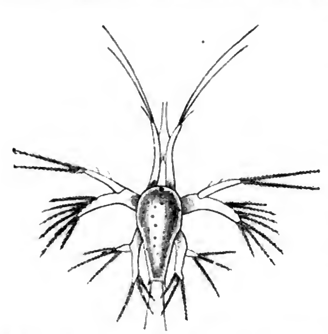


Fig. 271. Nauplius von *Penaeus*. Vergr. — Nach Fr. Müller

Die allermeisten Crustaceen gehören dem Meere an, einige kriechen auf dem Boden des Meeres umher, andere sind vorzügliche Schwimmer, zahlreiche findet man auf dem offenen Meere; im Larvenzustande schwimmen die allermeisten frei umher. Eine nicht sehr große Anzahl leben im Süßwasser, andere auf dem Lande an feuchten Stellen.

Man teilt die Crustaceen in zwei Unterklassen: Entomostraken und Malacostraken. Letztere Abteilung bildet ein geschlossenes Ganzes, während die Entomostraken mehrere zum Teil miteinander nur entfernter verwandte Gruppen umfassen.

1. Unterklasse. **Entomostraca.**

1. Ordnung. **Phyllopoda. Blattfüßler.**

Der Kopf ist mit einem Stirnauge und mit zusammengesetzten, gestielten oder sitzenden Seitenaugen ausgestattet; die Kiefer sind

meistens schwach entwickelt, zuweilen auch die Antennen. Auf den Kopf folgt ein meistens aus zahlreichen Segmenten zusammengesetzter Rumpf; jedes Rumpfsegment trägt ein Paar stark abgeplatteter blattähnlicher Gliedmaßen, die gleichzeitig als Schwimmwerkzeuge und als Kiemen fungieren und an allen Segmenten ungefähr gleich gebildet sind. Die letzten Segmente des Körpers sind gliedmaßenlos (Schwanz); an dem hintersten findet sich ein Paar gegliederter oder ungegliederter, nach hinten gerichteter Anhänge (Furca). Der Körper ist bei der Mehrzahl der Formen ganz oder teilweise von einem Schild bedeckt, das vom Kopfe entspringt. Sie verlassen das Ei als Nauplien. Die meisten Formen dieser kleinen Abteilung leben im Süßwasser, in der Regel in kleinen Pfützen. Die Eier der Phyllopoden sind imstande, eine vollständige Austrocknung der Umgebung auszuhalten, einige entwickeln sich sogar nicht, wenn sie nicht vorher einige Zeit eingetrocknet gelegen haben.

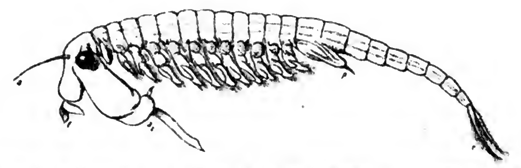


Fig. 272. *Branchipus*, ♂. *a* Vorder-, a_1 Hinterantenne, *f* Stirnfortsätze, *p* Penis, *r* Schwanzanhänge. — Nach Packard.

1. ***Branchipus*** (Fig. 272) besitzt ein Paar gestielte bewegliche Seitenaugen, das Schild fehlt. Das Hinterantennenpaar des Männchens ist derartig umgebildet, daß damit das Weibchen während der Paarung festgehalten werden kann. Der Rumpf trägt 11 Beinpaare, der Schwanz ist 9-gliedrig, die Schwanzanhänge ungegliedert. Die *B.*-Arten sind durchsichtige, gestreckte (1—2 cm lange) Tierchen, die man in Süßwasserpfützen findet; sie schwimmen ununterbrochen, mit der Bauchseite nach oben, umher. Ein paar Arten in Deutschland (*B. stagnalis* etc.). — Die Arten der nahe verwandten Gattung ***Artemia*** leben in Salzlachen am flachen Meeresstrande oder in Salzseen (Utah); einige dieser Formen pflanzen sich für gewöhnlich parthenogenetisch fort, Männchen erscheinen nur hin und wieder (*A. salina* in Südeuropa).

2. ***Apus*** (Fig. 273) ist mit einem breiten, schwach gewölbten Schild ausgestattet, das den Körper mit Ausnahme des hintersten Teiles überdeckt. Die Seitenaugen sind ungestielt, sitzen dicht nebeneinander und nahe dem kleinen Stirnauge auf der Oberseite des Kopfes. Die Antennen sind sehr klein. Es sind ca. 60 Paare blattförmiger Füße vorhanden, deren Stamm ebenso wie bei anderen Phyllopoden in Lappen ausgezogen ist, die auf dem vordersten Beinpaare bei Apus zu langen, gegliederten Fäden verlängert sind. (Beim Weibchen ist der breite Außenast des elften Beinpaares uhrglasartig gewölbt, und der Nebenast legt sich wie ein Deckel an ihn, so daß beide zusammen eine kleine Schachtel bilden, in der die Eier umhergetragen werden). Schwanzanhänge lange, gegliederte Fäden. Die Schalendrüsen liegen im Schilde und sind durch die Haut

hindurch sichtbar. Die *A.*-Arten sind mehrere Zentimeter lange, bräunliche oder grünliche Geschöpfe mit dünnem Hautskelet, die man besonders im Frühling in Süßwasserlachen findet, oft in solchen, die im Sommer austrocknen. Meistens findet man bloß Weibchen (bei einigen sind sogar ausschließlich solche bekannt), Männchen treten nur selten auf; die Fortpflanzung ist in der Regel eine parthenogenetische. Mehrere Arten in Deutschland.

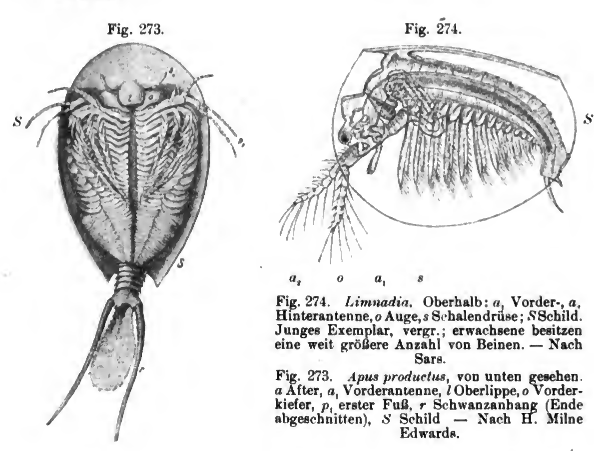


Fig. 274. *Limnadia.* Oberhalb: a_1 Vorder-, a_2 Hinterantenne, *o* Auge, *s* Schalendrüse; *S* Schild. Junges Exemplar, vergr.; erwachsene besitzen eine weit größere Anzahl von Beinen. — Nach Sars.

Fig. 273. *Apus productus*, von unten gesehen. *a* After, a_1 Vorderantenne, *l* Oberlippe, *o* Vorderkiefer, p_1 erster Fuß, *r* Schwanzanhang (Ende abgeschnitten), *S* Schild — Nach H. Milne Edwards.

3. Den Uebergang zur folgenden Ordnung bilden die Gattungen *Estheria*, *Limnadia* (Fig. 274) u. a., bei denen das Schild in zwei bewegliche Hälften geteilt, auf der Außenseite mit einer sehr festen Cuticula ausgestattet ist und den ganzen Körper umschließt (einer Muschel zum Verwechseln ähnlich, kann wie eine solche geschlossen werden). Die Seitenaugen sind sehr nahe aneinander gerückt oder gar verschmolzen, die Hinterantennen sehr kräftig und mit zwei gegliederten Geißeln (resp. dem Außenast und dem distalen Teil des Stammes) ausgestattet, während die Vorderantennen nur eine geringe Größe erreichen.

2. Ordnung. **Cladocera, Daphniden.**

Die Daphniden sind als eigentümlich entwickelte Phyllopoden aufzufassen mit einer geringen Anzahl von Gliedmaßen und einem großen, zusammengedrückten, zweiklappigen Schild, das den Körper mit den Gliedmaßen umschließt. Am Kopf befindet sich ein großes, zusammmengesetztes, bewegliches, kurzgestieltes Auge, das durch eine Verschmelzung der beiden Seitenaugen entstanden ist; dieses Auge ist in eine besondere Höhlung eingeschlossen,

die dadurch entstanden ist, daß eine Falte der Haut des Kopfes über das Auge hin gewachsen ist[1]). Außer diesem Auge findet sich gewöhnlich das kleine unpaare Stirnauge. Die Vorderantennen sind meist kurz, mit Riechhaaren versehen. Die Hinterantennen sind kräftige, zweiästige Schwimmwerkzeuge (Ruderantennen). Der kurze Rumpf ist mit ähnlichen abgeplatteten Schwimmfüßen wie bei den Phyllopoden ausgestattet, es sind aber nur 4—6 Paare davon vorhanden. Der Schwanz ist nach unten gebogen. — Ein kräftig pulsierendes kurzes Herz mit 1 Spaltenpaar befindet sich vorn auf der Rückenseite, eigentliche Gefäße fehlen sonst.

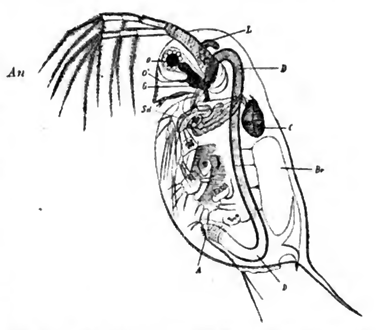


Fig. 275. Daphnie in natürlicher Haltung im Wasser stehend. Man sieht durch die durchsichtige Leibeswand hindurch. *A* After, *An* Hinterantenne, *Br* Bruthöhle, *C* Herz, *D* Darm, *G* Gehirn, *L* Leberschlauch, *O* verschmolzene Seitenaugen, *O'* Stirnauge, *Sd* Schalendrüse. — Nach Claus.

Einige Daphniden weichen von dem beschriebenen allgemeinen Typus dadurch ab, daß das Schild fehlt oder nur schwach entwickelt ist, durch die langgestreckte Form des Körpers und durch abweichende Gestaltung der Rumpfgliedmaßen.

Die Daphniden sind kleine (höchstens wenige mm lange), durchsichtige Tiere, die größtenteils im Süßwasser, in geringerer Anzahl im Meere leben; sie bewegen sich hüpfend im Wasser („Wasserflöhe"). Sie sind Planctonfresser. Die Fortpflanzung ist zum großen Teil eine parthenogenetische, durch große, dünnschalige Subitaneier („Sommereier"), die in dem Raume zwischen der Rückenseite des Rumpfes und dem Schilde „ausgebrütet" werden; die Jungen verlassen diese Bruthöhle ungefähr in der Gestalt der Mutter. Jedes Jahr treten mehrere solche parthenogenetische Generationen auf. Männchen erscheinen bei einigen Arten nur im Herbst, bei anderen außerdem im Mai—Juni; die befruchteten Eier sind dickschalige Dauereier, die sich erst nach einer Ruheperiode entwickeln. Die von der Herbstgeneration erzeugten Dauereier überwintern (daher auch „Wintereier" genannt), oftmals in eine eigentümliche Hülle (Ephippium) eingeschlossen, welche die verdickte Cuticula des Schildes ist, die das Weibchen mit den Eiern zusammen abwirft; aus ihnen entwickelt sich die erste parthenogenetische Generation im nächsten Frühling. Manche Daphniden überwintern übrigens auch als ausgebildete Tiere unter dem Eise.

1) Dasselbe ist auch bei Apus und den Estherien der Fall.

3. Ordnung. **Xiphosura, Schwertschwänze.**

Bei den jetzt lebenden Schwertschwänzen, die nur eine einzige Gattung, *Limulus* (die Molukkenkrebse), umfassen, zerfällt der Körper in zwei ungegliederte Abschnitte, Vorderkörper und Hinterkörper, die durch ein Gelenk miteinander verbunden sind; jeder dieser Abschnitte ist durch Verschmelzung mehrerer Segmente entstanden. Der Vorderkörper ist stark gewölbt; die Seitenteile sind dünn und bilden je ein Halbdach, das die Gehfüße überdeckt. Ein Schild fehlt. Auf der Oberseite des Vorderkörpers findet sich ein Paar großer, zusammengesetzter, sitzender Seitenaugen; das Stirnauge ist durch ein Paar kleiner Augen vertreten, die vorn dicht nebeneinander sitzen. Antennen und sämtliche Kiefer fehlen. Auf der Unterseite des Vorderkörpers finden sich sechs Paar drehrunde, gegliederte Gehfüße, die beim Weibchen sämtlich mit Scheren (vergl. die Decapoden) ausgestattet sind, während solche beim Männchen häufig an einigen Füßen fehlen. Die 6 Fußpaare umgeben die weit nach hinten gerückte Mundöffnung; die vordersten Paare haben ihren Platz sogar vor dem Munde; das Grundglied der Beine ist mit Dornen besetzt, so daß diese gleichzeitig als Kauwerkzeuge dienen. Auf die Gehfüße folgen 6 Paar breite kurze plattenförmige Gliedmaßen, die paarweise am proximalen Teile ihres inneren Randes verwachsen sind; das vorderste Paar fungiert als Deckel der übrigen, die je einen Stapel breiter Kiemenblätter an ihrer hinteren Seite tragen. Diese plattenförmigen Gliedmaßen entspringen vom Hinterkörper, das vorderste Paar jedoch an der Grenze des Vorderkörpers. Der Körper wird hinten durch einen langen, beweglich eingelenkten, zugespitzten Schwanzstachel abgeschlossen. — Das Hautskelet ist ziemlich fest, von hornartiger Konsistenz und Farbe.

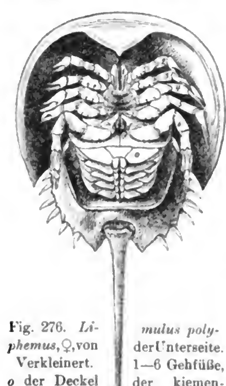


Fig. 276. *Limulus polyphemus*, ♀, von der Unterseite. Verkleinert. 1—6 Gehfüße, *o* der Deckel der kiementragenden Gliedmaßen, deren Ränder man hinter jenem sieht.

Die Jungen des Limulus (Fig. 277) verlassen das Ei auf einer ziemlich vorgeschrittenen Entwicklungsstufe. Das neugeborene Junge zeichnet sich dadurch aus, daß der Hinterkörper gegliedert und der Schwanzstachel nur sehr wenig entwickelt ist.

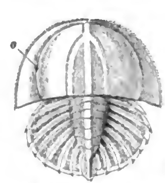
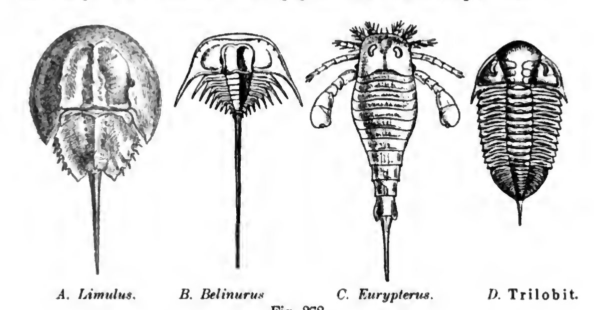


Fig. 277. Junges von *Limulus*. *o* Auge.

Die wenigen jetzt lebenden Arten dieser Gruppe sind große (bis über $1/2$ m lange) Formen, die an den Küsten Asiens und Amerikas leben. Bei der Bewegung spielt der Schwanzstachel eine nicht unwichtige Rolle, indem er wie ein Stock benutzt wird, um den Körper vorwärts zu schieben. Sie leben von animalischer Nahrung.

Unter den a u s g e s t o r b e n e n Schwertschwänzen gab es einige (z. B. *Belinurus* aus der Kohlenformation, Fig. 278 *B*), die ebenso wie das Junge von *Limulus* einen gegliederten Hinterkörper hatten. —



A. Limulus. *B. Belinurus* *C. Eurypterus.* *D.* Trilobit.
Fig. 278.

Entferntere Verwandte der Schwertschwänze sind die Gattung *Eurypterus* (*C*), Silur, und andere, mit einem verhältnismäßig kleinen Vorderkörper mit 5 Gliedmaßenpaaren (in der Hauptsache von ähnlicher Form und Lagerung wie die Vorderkörpergliedmaßen von Limulus), mit einem großen gegliederten Hinterkörper und einem kürzeren Schwanzstachel.

In der neueren Zeit wurden von manchen die Xiphosuren ganz von den Crustaceen entfernt und den Arachniden einverleibt. Es sind aber zweifellose Crustaceen. Möglich ist es aber, daß die Arachniden von Eurypterus-ähnlichen Vorfahren abgeleitet sind; eine Uebereinstimmung, allerdings negativer Art, liegt in dem Fehlen der Antennen und der Kiefer bei beiden Gruppen. Auch das Vorhandensein von Coxaldrüsen (S. 282) bei beiden ist von Interesse[1]). Wenn man aber versucht hat, die Lungen der Arachniden von den Kiemen der Xiphosuren abzuleiten, so kann das nur als eine wissenschaftliche Verirrung aufgefaßt werden.

4. Ordnung. **Trilobita.**

Der abgeplattete, im allgemeinen ovale Körper der Trilobiten zerfällt in drei Abschnitte (vergl. Fig. 278 *D*): Vorderkörper, Hinterkörper und Schwanz, von denen der Hinterkörper gewöhnlich der größte ist. Der V o r d e r k ö r p e r ist ungegliedert, vorn und seitlich von einem gebogenen Rand begrenzt, hinten gerade abgeschnitten, die Seitenecken sind nicht selten in je einen nach hinten gerichteten Dorn verlängert. Auf der Oberseite befindet sich in der Regel ein Paar großer, zusammengesetzter, sitzender A u g e n. Der H i n t e r k ö r p e r besteht aus einer Anzahl (2—26) beweglicher, kurzer, breiter Segmente. Der S c h w a n z ist aus einer Anzahl verwachsener Glieder gebildet, deren

1) Es ist noch zu erwähnen, daß die Coxaldrüsen bei den Arachniden sowie bei Limulus in das 5. Gliedmaßenpaar münden.

Grenzen meistens deutlich, zuweilen aber verwischt sind. Der ganze Körper ist auf seiner Oberseite mit zwei Längsfurchen versehen, die fast von einem Ende des Körpers bis zum anderen verlaufen und die Oberfläche in ein Mittelfeld und zwei Seitenfelder teilen. Die Unterseite des Körpers mit den Gliedmaßen ist wahrscheinlich von sehr weicher, dünnhäutiger Beschaffenheit gewesen, während die Oberseite fest war. Die Gliedmaßen, die nur in sehr vereinzelten Fällen deutlich erhalten geblieben, sind mit einem Außenast versehen und erinnern an diejenigen der Phyllopoden; sie sind in großer Anzahl vorhanden und an allen drei Körperabschnitten gleichartig ausgebildet. Vorne außerdem ein Paar antennenartige Anhänge. Einige Trilobiten besaßen das Vermögen, sich ähnlich wie gewisse Asseln zusammenzurollen. Ueber ihre Entwicklung weiß man, daß sie als kleine Junge eine geringere Anzahl Segmente als im erwachsenen Zustande besaßen.

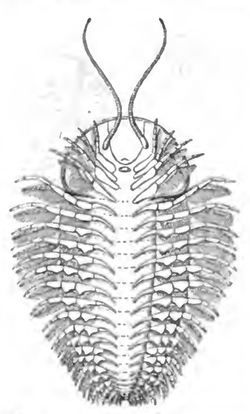


Fig. 279. Ein Trilobit, *Triarthrus Becki*, mit erhaltenen Gliedmaßen, von der Unterseite. — Nach Beecher.

Die sehr artenreiche Ordnung der Trilobiten umfaßt ausschließlich ausgestorbene Formen. Die Abteilung blühte namentlich in der Silurformation, in geringerer Anzahl war sie in der Devonformation vertreten, sie starb in der Kohlenformation aus. Manche ihrer Mitglieder waren von recht ansehnlicher Größe.

5. Ordnung. **Ostracoda, Muschelkrebse.**

Für eine oberflächlichere Betrachtung haben die Ostracoden eine ziemlich große Aehnlichkeit mit den Daphniden, von denen sie aber bei näherer Prüfung bedeutend abweichen. Der Körper ist kurz, etwas zusammengedrückt und kann mit den Gliedmaßen zusammen völlig von dem sehr festen Schild umschlossen werden; dieses ist in zwei bewegliche Hälften geteilt, die ebenso wie die Hälften einer Muschelschale geöffnet und geschlossen werden können. Vorn am Tiere befindet sich ein Stirnauge und außerdem noch bei einigen Formen ein Paar beweglicher Seitenaugen. Beide Antennen-Paare sind kräftig ausgebildet und mit langen Schwimmborsten versehen; beide, jedoch besonders die Hinterantennen, sind

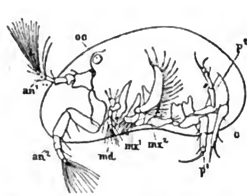


Fig. 280. Ein Ostracode (*Cypris*). an^1 Vorder-, an^2 Hinterantenne; *c* Schwanz; *md* Vorder-, mx^1 Mittel-, mx^2 Hinterkiefer; *oc* Stirnauge, p^1—p^2 erstes – zweites Gehfußpaar. Vergr. — Nach Zenker.

Schwimm- und Kriechwerkzeuge. Die drei Kieferpaare sind sämtlich wohlentwickelt. Außer den genannten Gliedmaßen sind nur noch zwei Paar schlanke, gegliederte Rumpfgliedmaßen vorhanden. Der hinterste Teil des Körpers ist nach unten gebogen und endet gewöhnlich mit zwei plattenförmigen Anhängen. — Was den inneren Bau betrifft, so ist hervorzuheben, daß bei manchen Ostracoden ein Herz fehlt. — Männchen und Weibchen sind schon äußerlich unterschieden (im Baue der Gliedmaßen etc.); merkwürdig ist die kolossale Größe, welche die Samenkörperchen erreichen: bei der Art *Cypris ovum* z. B. sind sie im ausgestreckten Zustand ein paar Millimeter lang, d. h. mehr als dreimal so lang wie das ganze Tier. — Bei manchen Ostracoden verläßt das Junge das Ei auf der Nauplius-Stufe, also nur mit Antennen und Vorderkiefern ausgestattet; übrigens ist schon auf diesem frühen Stadium das Schild entwickelt.

Die Ostracoden sind Tiere von geringer Größe, welche schwimmend und kriechend sowohl im Meere als im Süßwasser leben.

6. Ordnung. **Copepoda.**

Die Ordnung der Copepoden umfaßt teils eine große Anzahl freilebender Formen, teils eine Menge Schmarotzer, die sich zwar jenen

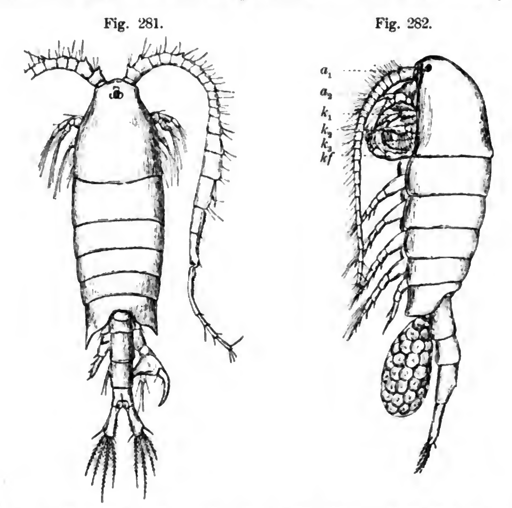


Fig. 281. Freilebender Copepode, ♂, von oben, vergr. Vorderantennen und das rechte hinterste Bein sind zum Festhalten des Weibchens umgebildet. — Nach Sars.

Fig. 282. Aehnlicher, ♀, von der linken Seite, vergr. a_1 Vorder-, a_2 Hinterantennen, k_1 Vorder-, k_2 Mittel-, k_3 Hinterkiefer, kf Kieferfuß. — Nach Sars.

eng anschließen, andererseits aber entsprechend ihren eigentümlichen Lebensverhältnissen mehr oder weniger, zuweilen sogar in hohem Grade, umgebildet sind. Wir werden zunächst die **freilebenden Copepoden** betrachten.

Der Kopf trägt bei diesen ein größeres oder kleineres Stirnauge, während Seitenaugen fehlen. Von den Antennen ist das vordere Paar gewöhnlich das längste, wird als Schwimmwerkzeug verwendet; beim Männchen haben sie häufig außerdem die Aufgabe, das Weibchen während der Begattung festzuhalten (Fig. 281): sie sind dann an einer Stelle wie geknickt, und der distale Teil kann gegen den proximalen eingeschlagen werden. Es sind die gewöhnlichen drei Kieferpaare vorhanden. und außerdem ein Paar Kieferfüße, indem das erste Rumpfsegment mit dem Kopfe verschmolzen ist. Nach diesem Segment folgen fünf, die je — oder nur die vier vorderen — ein Paar Schwimmbeine tragen, die aus je einem kurzen, in zwei Blätter ausgehenden Schaft bestehen; das äußere Blatt stellt den Außenast dar, das innere samt dem Schaft den Stamm[1]). Nach diesen folgen noch einige Segmente — bis 5 —, der Schwanz, der gliedmaßenlos ist, aber hinten Anhänge trägt, zwischen denen der After seinen Sitz hat. — Das Gefäßsystem ist wenig ausgebildet; sogar das Herz fehlt meistens. Ebenso fehlen besondere Atmungswerkzeuge. Die Eier werden, in ein oder zwei Eiersäcke eingeschlossen, vom Weibchen umhergetragen; die Wand der Eiersäcke, die am Grunde des Schwanzes festgeheftet sind, besteht aus einem erhärteten Drüsensecret. — Das Junge verläßt das Ei als ovaler Nauplius mit Stirnauge und den für diese Entwicklungsstufe charakteristischen Anhängen (Antennen, Vorderkiefern), mittels deren es lebhaft im Wasser umherschwimmt.

Die freilebenden Copepoden sind kleine schwimmende Tiere, Planctonfresser, die man sowohl im Süßwasser wie im Meere, häufig in ungeheuren Scharen, findet; große Strecken der Oberfläche des Meeres können von diesen Tierchen rot gefärbt sein. Die wichtigste Nahrung der großen Heringsschwärme besteht, wenigstens an manchen Stellen, aus gewissen Arten dieser Abteilung, die auch einen bedeutenden Teil der Nahrung der Bartenwale ausmacht.

In den süßen Gewässern Deutschlands finden sich häufig Arten der Gattung *Cyclops*, mit zwei Eiersäcken, u. a.

Die **schmarotzenden Copepoden** umfassen eine Menge verschiedener Formen, die auf verschiedenen Wassertieren, meistens Meerestieren, leben; man trifft sie besonders bei Fischen (namentlich an der Haut und an den Kiemen), ferner auch bei Würmern, Weichtieren etc.; oft erreichen sie eine ansehnlichere Größe als die freilebenden (mehrere Zentimeter). Gewisse Formen leben sogar als Binnenschmarotzer, z. B. eine Art im Darm der Miesmuschel. Einige von ihnen (Fig. 283, 1—2), z. B. die Fischläuse (*Caligus* etc.), weichen verhältnismäßig wenig von den freilebenden Copepoden ab; die Oberkiefer sind zu Stechwerkzeugen umgebildet, die in eine durch Verwachsung der Ober- und Unterlippe gebildete Röhre, den Rüssel, eingeschlossen sind; von den Gliedmaßen sind einige (Hinterantennen, Hinterkiefer, Kieferfüße) zu Greifhaken (Haftwerkzeugen) umgebildet; im übrigen sind

1) Beim Männchen ist häufig das hinterste Paar derartig umgebildet, daß es zum Ergreifen und Festhalten des Weibchens während der Paarung und zur Anbringung des Spermatophoren an demselben geeignet ist; das rechte und das linke Bein können dann ganz verschieden sein (Fig. 281).

aber diese Formen, die als Blutsauger z. B. an der Haut der Fische leben, von den freilebenden nicht auffallend verschieden[1]), die beiden Geschlechter sind nicht sehr ungleich, und sowohl Männchen als Weibchen sind beweglich, nicht an dieselbe Stelle des Wirts gebunden. — Bei anderen (Fig. 283, 3 - 4) ist die Umbildung größer, die An-

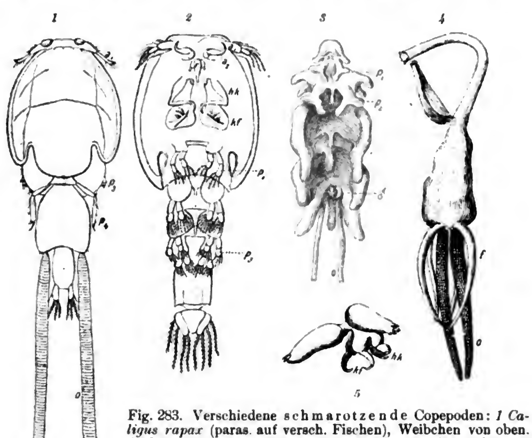


Fig. 283. Verschiedene schmarotzende Copepoden: *1 Caligus rapax* (paras. auf versch. Fischen), Weibchen von oben. *2 Nogagus borealis*, Männchen von unten. *3* eine mehr umgebildete Form, *Chondracanthus gibbosus* (von den Kiemen des Lophius), Weibchen von unten (♂ das Männchen). *4 Brachiella thynni* (in der Achselhöhle des Thunfisches), Weibchen. *5* Männchen derselben Art (stärker vergr.). $a_1 - a_2$ Vorder- und Hinterantenne, *f* Anhang am Hinterende, *hk* Hinterkiefer, *kf* Kieferfuß, *o* Eiersack, $p_1 - p_4$ erstes—viertes Beinpaar. Die langen an der Spitze verbundenen „Arme" in *4* sind die Hinterkiefer. — *1, 2, 4, 5* nach Steenstrup u. Lütken, *3* nach Claus.

passung an das Schmarotzerleben inniger; besonders wird das bei den Weibchen augenfällig. Die Umbildung, die übrigens bei verschiedenen Formen einen sehr verschiedenen Grad erreicht, bewegt sich in der Richtung des Plumpen, Unförmlichen, Unbeweglichen: der Schwanz bildet sich zurück, die Gliederung verwischt sich, diejenigen Gliedmaßen, die nicht als Haftwerkzeuge fungieren, verschwinden oder werden unbrauchbar, was namentlich von den eigentlichen Beinen gilt, die entweder fehlen oder zu verschwindend kleinen Teilen rückgebildet sind (Fig. 284 *B*) oder aber zu großen, plumpen, borstenlosen Anhängen werden, die nur schwache Andeutungen der urspünglichen Form aufweisen (Fig. 283, 3). Oft sind solche Schmarotzerkrebse mit eigen-

1) Es ist jedoch zu bemerken, daß die Vorderantennen, die bei den freilebenden Copepoden gewöhnlich sehr lang sind, mehr oder weniger verkürzt sind; der Mittelkiefer ist rudimentär; das Auge kann vorhanden sein oder fehlen. Häufig ist der Körper abgeplattet, der Hautoberfläche des Wirts angepaßt.

tümlichen Auswüchsen versehen, wodurch ihr Aussehen noch seltsamer wird (Fig. 283, 4). In der Regel sind sie blind. Sie sind dem Wirt unbeweglich angeheftet, in einigen Fällen vermittelst der Hinterantennen oder der Hinterkiefer, die zu langen Armen umgebildet sein können (Fig. 283, 4). in anderen Fällen dadurch, daß der ganze vordere Teil des Tieres in den Körper des Wirts eingesenkt ist. Wo die Reduktion am weitesten geht, ist das ganze Tier ein Sack ohne Gliedmaßen (Fig. 284 *C*), nur mit zwei kürzeren oder längeren (oft fadenförmigen) Eiersäcken ausgestattet. In solchen exzessiven Fällen fehlt auch der Darmkanal; die Nahrung wird durch die Haut mittelst eines in den Körper des Wirts eingesenkten Abschnittes aufgenommen. — Die Männchen der stärker umgebildeten schmarotzenden Copepoden sind meistens Zwergmännchen, die nur einen geringen Bruchteil der Größe der Weibchen erreichen und von diesen sehr abweichend gestaltet sind: sie sitzen in der Regel an den Weibchen, in der Nähe der Geschlechtsöffnungen, festgeheftet.

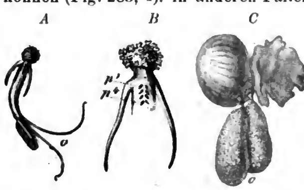


Fig. 284. *A Penella sagitta* (parasitisch auf gewissen Fischen), ♀, natürl. Gr., *B* der vorderste Teil derselben, vergr. p_1 erstes, p_4 viertes Beinpaar, *o* Eiersack. — *C Herpyllobius arcticus* (Schmarotzer auf Borstenwürmern). ♀, vergr. *o* Eiersack. Der unregelmäßig gelappte Abschnitt ist in den Körper des Wirts eingesenkt. — Nach Steenstrup u. Lütken.

Die schmarotzenden Copepoden verlassen ebenso wie die freilebenden das Ei als Nauplien, welche frei umherschwimmen, und nach einigen Häutungen erreichen sie eine Gestalt, die der bleibenden Form der freilebenden ähnlich ist; wenn die Schmarotzer später im ausgebildeten Zustande unförmliche Gestalten sind, so verdanken sie dies einer nach der Festheftung stattfindenden „rückschreitenden" Metamorphose.

Bei einigen Schmarotzerkrebsen, z. B. der an den Kiemen des Dorsches lebenden *Lernaea branchialis*, sind Männchen und Weibchen noch auf dem Zeitpunkt, wo sie sich begatten, einander einigermaßen ähnlich und besitzen dann noch eine ziemlich normale Copepodenform; nach der Paarung wächst das Weibchen aber stark und wird ganz unförmlich, während das Männchen zugrunde geht, weshalb man an den erwachsenen Lernaea-Weibchen keine Männchen findet.

7. Ordnung. Cirripedia, Rankenfüßler.

Die hervorragendste Eigentümlichkeit der Cirripedien, die für viele Punkte ihrer Organisation maßgebend gewesen, ist die, daß sie mit einem Teil ihres Schildes an anderen Körpern festgeheftet sind.

Das Schild, meistens als Mantel bezeichnet, umgibt futteralartig den ganzen Körper und hängt nur am Kopfende mit diesem zusammen; der von dem Mantel umschlossene Hohlraum steht nur durch eine Spalte an der Bauchseite mit der Außenwelt in Verbindung. Bei einer Hauptabteilung, den Lepadiden (Entenmuscheln), ist der Mantel an seinem vorderen Ende in einen dicken, kürzeren oder

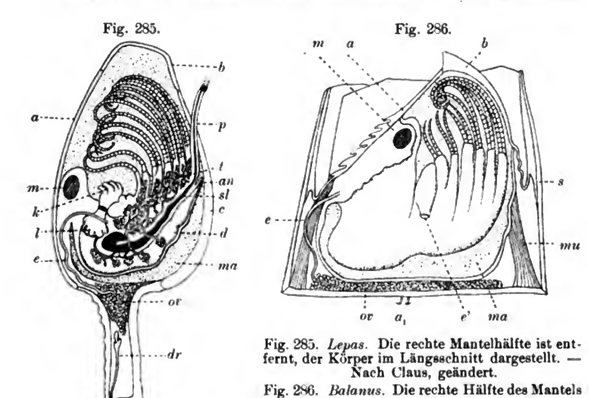


Fig. 285. *Lepas.* Die rechte Mantelhälfte ist entfernt, der Körper im Längsschnitt dargestellt. — Nach Claus, geändert.

Fig. 286. *Balanus.* Die rechte Hälfte des Mantels und der Schale weggenommen. — Nach Darwin.

Gemeinsame Bezeichnung: *a* und *b* die paarigen Mantelplatten, *c* unpaare Rückenplatte, a_1 Vorderantenne, *an* After, *d* Darm, *dr* Kittdrüse, *e* Eileiter, *e'* dessen Oeffnung, *k* Kiefer, *l* Leber, *m* Schließmuskel des Mantels, *ma* Mantelhöhle, *mu* Rückziehmuskel, *ov* Eierstock, *p* Penis, *s* Schale, *sl* Samenleiter, *t* Hoden.

längeren Stiel ausgezogen, vermittelst dessen die Festheftung des Tieres bewirkt wird. Der Mantel ist bei den meisten Lepadiden (z. B. der Gattung *Lepas*, Fig. 287 *A*) auf seiner Außenseite mit 5 Kalkplatten versehen, von denen eine (*c*) schmal ist und längs des Rückenrandes des zusammengedrückten Mantels liegt, während die übrigen, zwei (*a*, *b*) auf jeder Seite, größere oder kleinere Teile der Seitenflächen des Mantels bedecken; diejenigen Teile der Außenfläche, die diese Platten unbedeckt lassen (bei *Lepas* sind das übrigens nur

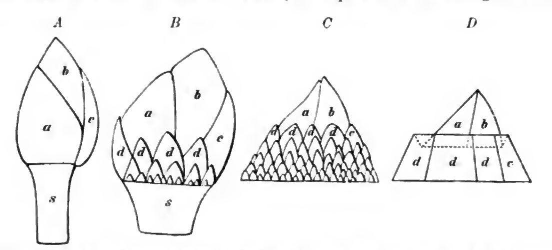


Fig. 287. Schematische Figuren, welche den Uebergang von der Lepadiden- zur Balanidengestalt zeigen. *A Lepas*, *B Pollicipes*, *C* ein Balanide mit vielen kleinen Platten (*Catophragmus*), *D Balanus*. *a—d* Kalkplatten, *a—b* Seitenplatten, *c* Rückenplatte. *s* Stiel. Die Buchstaben haben in allen Figuren dieselbe Bedeutung. — Orig.

die Grenzfurchen zwischen den Platten, bei anderen können größere Teile unbedeckt sein), sind mit einer dünnen Cuticula überzogen, die auch den Stiel, die Innenseite des Mantels und den Körper bekleidet; die Kalkplatten sind besonders stark ausgebildete Partien der Cuticula. Bei einigen Lepadiden findet man außer diesen 5 Platten noch eine Anzahl größere und kleinere Platten an der Grenze des Stieles und des übrigen Mantels (Fig. 287 *B*). Bei den Balaniden (Seepocken), einer anderen Hauptabteilung, fehlt der Stiel, das Tier ist aber auch hier an fremden Gegenständen festgeheftet, und zwar mit demselben Teil des Mantels wie bei den Lepadiden; die Haftfläche ist bei diesen Tieren groß und mit einem Kalküberzug versehen. Diejenigen Platten, die bei den letztgenannten Lepadiden an der Grenze des Stieles sitzen (Fig. 287 *B, d*), sind nebst der unpaaren der zuerst genannten 5 Platten (*c*) bei den Balanen zu einer festen Schale verbunden, die wie eine Schachtel den größten Teil des Tieres umgibt; diese Schale besteht zuweilen, aber seltener, aus einer großen Anzahl von Platten in mehreren Kreisen (Fig. 287 *C*), weit häufiger aber aus einer geringeren Anzahl (8, 6) großer Platten, welche einen Kreis bilden (*D, d, c*). Einen Deckel der Schachtel stellt der übrige Teil des Mantels mit den vier großen Platten (*a, b*) der Lepadiden dar, die hier verhältnismäßig klein sind; in diesem Teil des Mantels findet sich die enge, spaltförmige Oeffnung, die in die Mantelhöhle führt.

Von den Anhängen des Körpers sind die Vorderantennen in einem rudimentären Zustand vorhanden; sie befinden sich bei den Lepadiden auf der Haftfläche des Stieles, bei den Balanen an der entsprechenden Stelle. An diesen Antennen öffnet sich je eine Kittdrüse, durch deren Secret das Tier an der Unterlage befestigt ist. Die Hinterantennen fehlen dagegen beim erwachsenen Tier völlig. An der Mundöffnung sind die gewöhnlichen drei Kieferpaare vorhanden. Die Unterseite des Rumpfes — die, wie aus Fig. 285—286 ersichtlich, nach oben gewendet ist — trägt 6 Paar Rankeufüße, die aus je einem zweigliedrigen Schaft und zwei vielgliedrigen, sehr biegsamen, peitschenähnlichen Aesten bestehen; der Schaft und der innere Ast bilden zusammen den Stamm, der andere ist der Außenast. Die Rankenfüße, deren Aeste mit Haaren ausgestattet sind, können aus der Mantelspalte hervorgestreckt und wieder zurückgezogen werden; sie werden dazu benutzt, kleine Organismen (besonders Copepoden), die dem Tier als Nahrung dienen, in die Mantelhöhle hineinzustrudeln; die Bewegung der Rankenfüße geschieht in der Weise, daß sie dicht zusammengelegt aus der Spalte hervorgestreckt, dann fächerförmig ausgebreitet, darauf wieder zusammengelegt und mit einem Ruck in die Mantelhöhle zurückgezogen werden. Der Körper ist meistens undeutlich gegliedert und trägt häufig an der Spitze ein Paar kleiner gegliederter oder ungegliederter Schwanzanhänge. — Von Augen besitzt das ausgebildete Tier nur ein Stirnauge, während die Seitenaugen fehlen. Ein Herz fehlt, und die Blutgefäße sind nur durch einige größere Bluträume vertreten.

Die Bauchganglienkette ist sehr zusammengedrängt, bei den Balanen sind sogar sämtliche Bauchganglien zu einem einzigen großen Knoten verschmolzen. Der Darmkanal endet auf dar Spitze des Körpers. Bei den Lepadiden sind Kiemen in Gestalt dünnhäutiger, geißelartiger Anhänge vorhanden, die von der Basis eines oder mehrerer Rankenfußpaare entspringen. Diese — vielleicht als Nebenäste aufzu-

fassenden — Anhänge fehlen den Balaniden, die dagegen mit einer jederseits von der Innenseite des Mantels entspringenden, ansehnlichen, gefalteten Kieme ausgestattet sind. In rückgebildeter Gestalt ist derselbe Anhang auch bei den Lepadiden vorhanden, hat aber hier eine andere Aufgabe, nämlich die Eierplatten (vergl. unten) zu tragen.

Im Gegensatz zu beinahe allen anderen Crustaceen sind die meisten Cirripedien hermaphroditisch. Die Eierstöcke liegen bei den Lepadiden im Stiel, bei den Balanen an der Anheftungsfläche; auf jeder Seite des Körpers mündet ein Eileiter. Die verzweigten Hoden finden sich im eigentlichen Körper; die Samenleiter münden mit einer gemeinsamen Oeffnung an der Spitze eines langgestreckten Begattungsorgans, das am Ende des Körpers angebracht ist. Bei gewissen Lepadiden kommen außer den zwittrigen Individuen ganz kleine Männchen vor, die den Hermaphroditen angeheftet sind (man findet sie in der Mantelhöhle oder an der Oeffnung derselben); diese Ergänzungsmännchen[1]) sind zuweilen den Hermaphroditen in der Körpergestalt ähnlich, in anderen Fällen treten sie in sehr rückgebildeter Form auf. — Die Eier bleiben, zu großen Eierplatten zusammengekittet, in der Mantelhöhle so lange, bis die Jungen sich entwickelt haben.

Die Cirripedien verlassen das Ei als ein Nauplius von gewöhnlicher Gestalt, der nach einigen Häutungen in das sog. Cyprisstadium übergeht; der Name bezieht sich auf eine gewisse Aehnlichkeit mit einer Cypris (Ostracoden). In diesem Stadium, in dem das Tier ebenso wie im Naupliusstadium frei umherschwimmt, sind die Vorderantennen wohlentwickelt vorhanden und an ihrem vorletzten Glied mit einer Haftscheibe versehen; die Hinterantennen sind ganz verschwunden, dagegen aber haben sich 6 Paar Schwimmbeine, die denen der Copepoden ähnlich sind, entwickelt; außer dem Naupliusauge ist ein Paar großer, zusammengesetzter Seitenaugen und ein zweiklappiges, den Körper umschließendes Schild vorhanden. Nach einiger Zeit heftet sich das Tier mit den Antennen fest, das Secret der Kittdrüsen strömt durch letztere aus und fesselt für immer das Tier an den einmal gewählten Ort, die großen Augen verschwinden, dagegen bleibt das Stirnauge erhalten, die Schwimmbeine bilden sich allmählich zu Rankenfüßen um, indem ihre Aeste sich in die Länge strecken etc., und durch eine Reihe von Umbildungen erreicht das Tier die Lepadiden- resp. Balanidengestalt.

Alle Cirripedien leben im Meere.

1. Die *Lepadidae* (Entenmuscheln) sind mit einem kürzeren oder längeren Stiel versehen; der Mantel mit 5 (oder mehr) Platten. Viele heften sich an Gegenstände an, die im Meere schwimmen (Schiffen, schwimmenden Bimssteinstücken etc.); dies ist z. B. bei der Gattung *Lepas* der Fall, deren 5 Kalkplatten fast die ganze Oberfläche des Mantels bedecken. — Andere, z. B. das mit zahlreicheren Kalkplatten und mit Ergänzungsmännchen ausgestattete *Scalpellum* und der ähnliche *Pollicipes* (Fig. 287 *B*) heften sich an unbewegten Gegenständen an, z. T. in größerer Tiefe. — Zu den Lepadiden gehört auch die Gattung *Lithothrya*, die vermittelst feiner, fester, dem sehr dicken Stiel aufsitzender Chitindornen sich eine Höhle in Kalkstein, Korallenstöcken etc. bohrt. — Ferner die

1) Bei anderen ist eine wirkliche geschlechtliche Trennung vorhanden: die Weibchen besitzen die gewöhnliche Form, die Männchen sind Zwerge, den genannten Ergänzungsmännchen ähnlich.

sehr abweichende Gattung *Alcippe*, die getrennten Geschlechts ist (das Weibchen besitzt nur das 1., 5. und 6. Paar Rankenfüße, das Männchen ist ein Zwerg ohne Darmkanal etc.); sie bohrt sich Höhlungen in der Wand von Schneckengehäusen, die von Einsiedlerkrebsen bewohnt sind. — In die Haut gewisser Haie eingebohrt findet man eine eigentümliche Lepadide, *Anelasma squalicola*, von deren Stiel feine verästelte Fäden entspringen, die im Körper des Haies festsitzen; die Rankenfüße sind borstenlos (erinnern an die Gliedmaßen gewisser schmarotzender Copepoden), der Mantel ohne Kalkplatten, dagegen sind die Mundteile recht gut entwickelt. Ob diese Form ein echter Schmarotzer ist, der sich vom Körper des Haies ernährt, oder ob sie lediglich auf diesem ihre Wohnung hat, ist unsicher; ersteres dürfte aber das Wahrscheinlichere sein.

2. Die *Balanidae* (Seepocken) sind ungestielt und besitzen eine meistens aus einem einzigen Kreis von Kalkplatten gebildete Schale mit einem Deckel, der mit 4 Platten ausgestattet ist und eine Spalte in der Mitte besitzt (vergl. oben). Dazu gehört die Gattung *Balanus*, die z. B. oft in Scharen große Steine am Meeresstrande überzieht, wo die Tiere bald vom Wasser bedeckt, bald unbedeckt sind. Andere Gattungen findet man auf Seeschildkröten festgeheftet oder an der Haut von Walen (mit dem unteren Ende in die Epidermis des Wales eingesenkt: *Coronula* u. a.).

3. Die *Rhizocephala* (Wurzelkrebse) bilden eine dem Schmarotzerleben entsprechend umgebildete, höchst eigentümliche Abteilung der Cirripodien, die sich, wenn wir nur den ausgebildeten Zustand in Betracht ziehen, von dem Bilde, das wir oben von der Ordnung gegeben haben, weit entfernen. Sie leben als Schmarotzer an verschiedenen Decapoden. Der Körper des erwachsenen Tieres zerfällt in zwei Abschnitte: einen vorderen, aus reich verästelten Fäden bestehend,

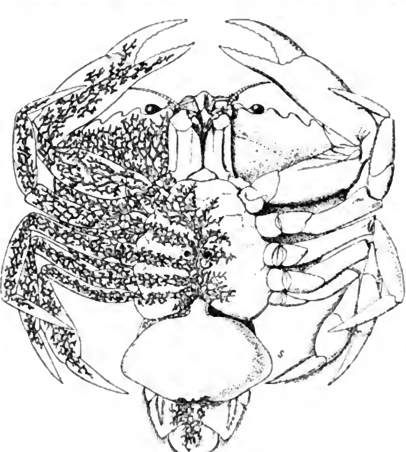


Fig. 288. Ein Rhizocephale (*Sacculina*), der auf der Unterseite des hier zurückgelegten Schwanzes einer Strandkrabbe sitzt. Die Krabbe ist durchsichtig gedacht, so daß man die verzweigten „Wurzel"fäden sieht, die den ganzen Wirtskörper durchdringen (sie sind in die rechte Seite eingezeichnet). *s* der hintere sackförmige Teil des Schmarotzers, der vorn in den Stiel übergeht, von welchem die Wurzeln ausgehen.

die im Körper des Wirts verborgen liegen, und einen hinteren sackförmigen Abschnitt, der außerhalb des Wirtskörpers hängt und durch einen kurzen Stiel mit dem vorderen verbunden ist; die Fäden des vorderen Abschnittes durchdringen den ganzen Wirtskörper, umspinnen seine inneren Organe, entziehen denselben Nahrung und veranlassen, daß die Geschlechtsorgane des Wirts nicht reifen; sie lassen sich sowohl nach ihrem Aussehen als nach ihrer Funktion mit dem Wurzelsystem einer Pflanze vergleichen. Der sackförmige Teil ist von einem weichen Mantel umgeben; die Mantelhöhle, in der die Eier aufbewahrt werden, steht nur durch eine kleine Oeffnung mit der umgebenden Welt in Verbindung. Darmkanal und sämtliche Gliedmaßen fehlen. Die Rhizocephalen durchlaufen eine Metamorphose, deren erste Stufen denen der normalen Cirripedien ähnlich sind (Nauplius-, Cypris-Stadium). In dem Cyprisstadium heften sie sich dem Wirt an, werfen die Gliedmaßen etc. ab und dringen als eine ungeformte Zellenmasse in die Leibeshöhle des Wirts ein, wo sie Fäden aussenden usw., und schließlich tritt die hintere Partie durch die Schwanzhaut des Wirts heraus. Sie schmarotzen auf Decapoden; eine Art (*Sacculina carcini*) findet man z. B. recht häufig auf der Unterseite des Schwanzes der gemeinen Strandkrabbe (*Carcinus maenas*) der europäischen Küsten, eine andere (*Peltogaster paguri*) am Schwanze der Einsiedlerkrebse (das Wurzelsystem durchzieht in beiden Fällen den ganzen Körper des Wirts, dessen Geschlechtsorgane nicht zur Reife kommen etc.).

2. Unterklasse. **Malacostraca.**

Im Gegensatz zu den Entomostraken, deren Segment- und Gliedmaßenzahl innerhalb sehr weiter Grenzen schwankt, finden wir bei den Malacostraken eine typische Zahl von Segmenten und Gliedmaßen, eine Zahl, die zwar bei gewissen Formen dadurch verringert werden kann, daß einzelne Segmente oder Gliedmaßenpaare (seltener eine größere Zahl) nicht zur Entwicklung gelangen, die aber niemals überschritten wird.

Der Körper der Malacostraken zerfällt in drei Abschnitte: den Kopf, den Rumpf, der aus 8 Segmenten besteht, und den 7-gliedrigen Schwanz. Vom Kopf entspringt bei den meisten Ordnungen ein Schild, das immer nur den Rumpf selbst bedeckt, nicht aber die Rumpfgliedmaßen und den Schwanz (vergl. dagegen die Verhältnisse bei den Daphniden, Phyllopoden etc.); das Schild ist stets mit einem kleineren oder größeren Teil der Rückenseite des Rumpfes verwachsen, während die Seitenteile frei sind; seine äußere Oberfläche ist mit einer festen Cuticula bedeckt, die oft eine bedeutende Dicke erreicht. Der Kopf trägt ferner: ein Paar große, zusammengesetzte, meist gestielte und bewegliche Seitenaugen, während das Stirnauge in der Regel beim ausgebildeten Tier fehlt; die Vorderantennen, aus einem 3-gliedrigen Schaft und zwei vielgliedrigen Geißeln bestehend, von denen die äußere die Riechhaare trägt (die andere fehlt nicht selten); die Hinterantennen mit einem 5-gliedrigen Schaft, die sich in eine vielgliedrige Geißel fortsetzt und von dessen zweitem Segment sehr häufig ein plattenförmiger, ungegliederter Außenast entspringt; endlich die drei gewöhnlichen Kieferpaare. Der Rumpf, der vom Kopf nicht durch eine scharfe Grenze gesondert ist und dessen Segmente häufig, alle oder zum Teil, miteinander unbeweglich verbunden sind, trägt 8 Paar Rumpffüße, die typisch (vergl. Fig. 267 *B*. S. 283) aus je einem

7-gliedrigen, schlanken Stamm bestehen, dessen Grundglied einen plattenförmigen, ungegliederten Nebenast trägt, während vom zweiten Glied ein gewöhnlich schmälerer, am Rande behaarter, feingliedriger Außenast entspringt; häufig fehlt übrigens der Außenast oder der

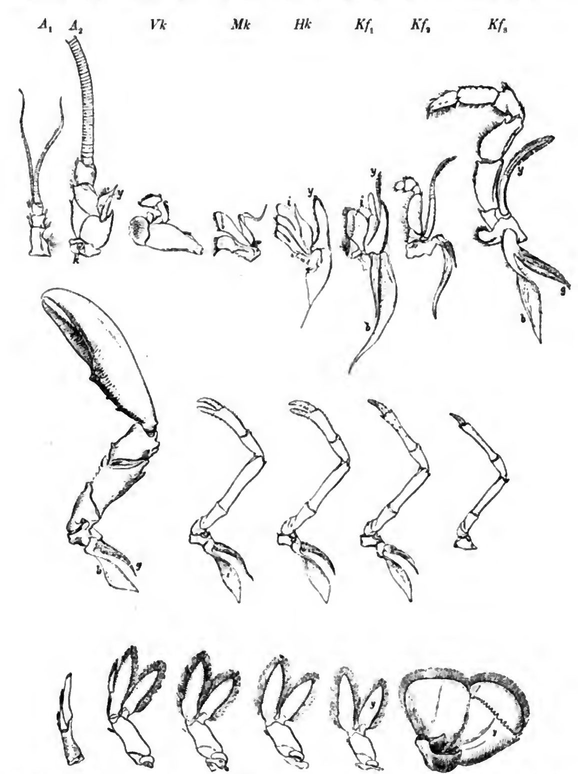


Fig. 289. Die Gliedmaßen eines Hummers, ♂; alle gehören der linken Seite an und sind von hinten (unten) gesehen. In der oberen Reihe sind dargestellt: Vorderantenne (A_1), Hinterantenne (A_2). Vorder-, Mittel-, Hinterkiefer (*Vk*, *Mk*, *Hk*), die drei vordersten Rumpffüße (Kf_{1-3}). In der mittleren Reihe der vierte bis achte Rumpffuß. In der unteren Reihe die Schwanzfüße. *b* Nebenast, *g* Kieme, *i* Stamm *k* Oeffnung der Antennendrüse, *y* Außenast. — Orig.

Nebenast oder beide, und infolge von Verwachsung einiger Glieder kann der Stamm eine geringere Gliederzahl als 7 haben. Selten sind alle 8 Rumpffußpaare wesentlich gleich; gewöhnlich sind das erste oder die 2—3 ersten Paare als Kieferfüße ausgebildet, in den Dienst der Ernährung getreten, während die übrigen der Bewegung dienen oder als Greifbeine entwickelt sind. Der Schwanz ist typisch 7-gliedrig; während die Eingeweide größtenteils ihren Platz im Rumpfe finden, ist der Schwanz gewöhnlich von kräftigen Muskeln ausgefüllt und als wirksames Bewegungswerkzeug tätig; die 6 vorderen Segmente tragen in der Regel je ein Paar Gliedmaßen, die Schwanzfüße, die aus einem 2-gliedrigen Schaft und 2 Blättern bestehen (das äußere Blatt stellt den Außenast dar) und meistens als Schwimmwerkzeuge fungieren; das letzte Schwanzfußpaar ist in der Regel von den übrigen etwas abweichend, nach hinten gerichtet, oft breit und mit kurzem Schaft; es bildet mit dem siebenten, immer gliedmaßenlosen Schwanzglied häufig einen Schwanzfächer. — Von anderen gemeinsamen Charakteren sind die folgenden hervorzuheben: Der mit einer Chitinhaut ausgekleidete Vorderdarm besteht aus einer kurzen Speiseröhre und einem geräumigen Kaumagen, der mit mahlzahnartigen Platten etc.

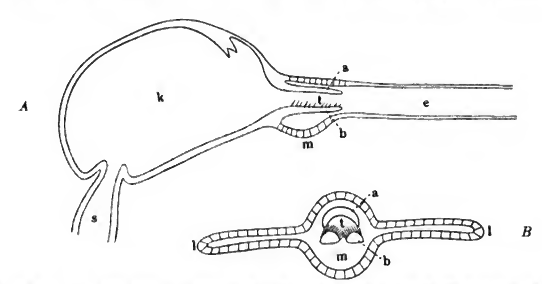


Fig. 290. *A* Längsschnitt durch einen Teil des Darmkanals eines Malacostraken-Schema; *B* Querschnitt des Mitteldarms desselben. *a* dorsales, *b* ventrales Stück des Trichters, *e* Enddarm, *k* Kaumagen, *l* Leberschlauch, *m* Mitteldarm, *s* Speise, röhre, *t* Trichter.

ausgestattet ist. Auf denselben folgt der durch Abhandensein einer Chitinhaut gekennzeichnete Mitteldarm[1]), welcher äußerst verkürzt ist; in denselben mündet die sog. Leber, die aus einer kleineren oder größeren Anzahl von drüsigen Schläuchen zusammengesetzt ist, in welche die Nahrung aus dem Kaumagen hineintritt: die Schläuche dienen in der Tat der Aufsaugung. Daß anderes als ganz zerkleinertes Futter in die Schläuche hineinkommt, wird dadurch verhütet, daß das Ende des Kaumagens mit einem eigenartigen Filter ausgestattet ist, welcher schematisch beschrieben werden kann als ein Trichter, der vom Kaumagen durch den kurzen Mitteldarm bis in den Anfang des

1) Entstanden aus dem Entoderm, während Vorder- und Enddarm dem Ectoderm entstammen.

Enddarms hineinragt; der Trichter ist aus mehreren borstentragenden Stücken zusammengesetzt, zwischen denen die flüssige Nahrung in den Mitteldarm hineinsickert, während gröbere Reste direkt durch den Trichter in den Enddarm passieren (Fig. 290). Der Enddarm hat eine sehr ansehnliche Länge, der After befindet sich auf der Unterseite des letzten Schwanzgliedes. Das Herz ist in den meisten Fällen kurz und breit, zuweilen mehr gestreckt, fast immer mit nur 3 Spaltenpaaren (oder weniger) versehen. Die Eierstöcke sind meistens teilweise miteinander verschmolzen; die Eileiter sind dagegen gesondert und öffnen sich an der Unterseite des drittletzten Rumpfsegmentes oder im Basalgliede der diesem Segmente angehörenden Gliedmaßen (des 6. Rumpffußpaares). Die Hoden verhalten sich wesentlich wie die Eierstöcke, die Samenleiter öffnen sich am letzten (8.) Rumpfsegment oder im Basalgliede des 8. Rumpffußpaares.

Anmerkung. Eine Uebergangsform von den Entomostraken, speziell den Phyllopoden, zu den Malocostraken ist die am richtigsten den Phyllopoden zuzurechnende Gattung *Nebalia* (Fig. 266, S. 283), die im Mittelmeer, in der Nordsee, an der Küste von Grönland etc. lebt. Der Körper zerfällt in Kopf, Rumpf und Schwanz; der Rumpf ist 8-gliedrig mit 8 gleichgebildeten Gliedmaßenpaaren, die denen anderer Phyllopoden ähnlich sind; jede dieser Gliedmaßen (Fig. 267 *A*) ist 7-gliedrig, abgeplattet, mit breitem Außen- und Nebenast. Der Schwanz ist 8-gliedrig und an der Spitze mit einem Paar von Schwanzanhängen wie bei den Phyllopoden ausgestattet, dabei aber mit ähnlichen Schwanzfüßen (sechs Paare) wie bei den Malacostraken versehen. Ein großer Teil des Körpers und der Gliedmaßen (nicht wie bei den Malacostraken der Rumpf allein) ist von einem großen, zusammengedrückten Schild bedeckt, das lose über dem Rumpf hin liegt, ohne mit demselben verwachsen zu sein. Das Tier bietet überhaupt eine merkwürdige Vereinigung von Charakteren der Phyllopoden und der Malacostraken dar.

Uebersicht der Ordnungen.

Stielaugen. Schild vorhanden, meistens wohlentwickelt. Hinterantennen mit Außenast.	6. Decapoden 7. Stomatopoden 1. Euphausiaceen	Kein Brutsack.
	2. Mysiden	Brutsack vorhanden. Ein Paar Kieferfüße.
Sitzende Augen. Schild klein oder fehlend. Hinterantennen ohne Außenast.	3. Cumaceen 4. Isopoden 5. Amphipoden	

1. Ordnung. Euphausiacea, Leuchtkrebse.

Die Euphausiaceen sind durchsichtige, ein paar Zentimeter lange, garneelenähnliche Tiere, die in großen Scharen auf dem offenen Meere leben. Sie unterscheiden sich dadurch von allen anderen Malacostraken, daß keiner von den Rumpffüßen als Kieferfuß ausgebildet ist, sondern alle acht Paare wesentlich gleich sind und alle der Bewegung dienen: sie bestehen (Fig. 267 *B*) aus je einem 7-gliedrigen, gestreckten und dünnen Stamm[1]), einem kräftigen, am

1) Am hintersten oder an den zwei hintersten Rumpffußpaaren ist der Stamm teilweise rückgebildet.

Rande behaarten, als Schwimmwerkzeug tätigen Außenast und einem Nebenast, der an allen Füßen mit Ausnahme des vordersten Paares stark verästelt ist und als Kieme fungiert (die Kiemen hängen frei an der Seite des Tieres). Augen, Antennen, Schild, Schwanz und Schwanz-

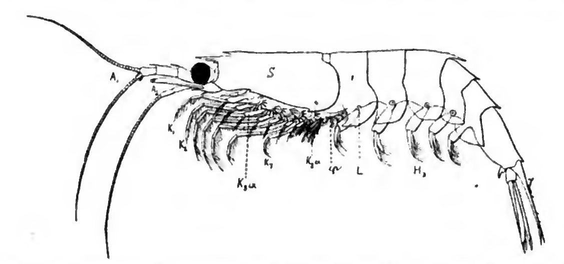


Fig. 291. *Thysanopus tricuspidatus*, eine Euphausiacee. *1*, *7* erstes und siebentes Schwanzsegment, A_1—A_2 Vorder- und Hinterantenne, *ep* Nebenast des achten Rumpffußes, H_3 dritter Schwanzfuß, K_1, K_2, K_7 erster, zweiter und siebenter Rumpffuß, K_3ex, K_8ex Außenast des dritten und achten Rumpffußes, *L* Leuchtorgan, *S* Schild. — Nach Sars.

füße verhalten sich im wesentlichen wie bei den Garneelen (vgl. diese). Die Euphausiaceen zeichnen sich ferner dadurch aus, daß sie durch das ganze Leben ein Stirnauge bewahren, daß sie eigentümliche augenähnliche Leuchtorgane besitzen[1]) und daß das neugeborene Junge ein freischwimmender Nauplius ist. — Die an Arten verhältnismäßig arme Abteilung ist sowohl in wärmeren als in kälteren Meeren vertreten (*Thysanopus, Euphausia* u. a.); gewisse Arten bilden einen gewichtigen Bestandteil der Nahrung der Bartenwale.

2. Ordnung. **Mysidacea, Mysiden.**

Diese Ordnung teilt man in zwei Hauptgruppen, die eigentlichen Mysiden und die Lophogastriden, welch letztere Gruppe auf größere Meerestiefen beschränkt ist und mehrere merkwürdige und abweichende Formen umfaßt. Die folgenden Angaben beziehen sich nur auf die eigentlichen Mysiden.

Das allgemeine Aussehen der Mysiden ist ebenso wie das der Euphausiaceen garneelenartig; der Körper ist jedoch weniger zusammengedrückt, mehr abgerundet, und der Schwanz besitzt nicht den ausgeprägten Knick, der die Garneelen (und Euphausiaceen) auszeichnet. Alle acht Rumpffußpaare sind mit je einem Schwimmast, dem Außenast, versehen, ein Nebenast ist aber nur am ersten Paare vorhanden. Das erste Rumpffußpaar ist zu Kieferfüßen entwickelt; auch das zweite Paar ist von den folgenden etwas abweichend. Die Schwanzfüße, mit Ausnahme des letzten Paares (des Schwanzfächers),

1) Je eines in den Augenstielen, im Basalglied des 2. und 7. Rumpffußes, ferner auf der Unterseite des 1.—4. Schwanzsegments.

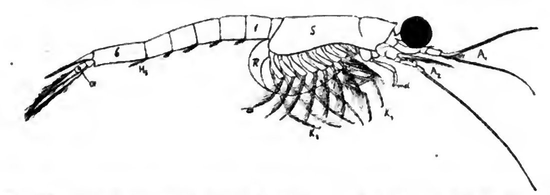


Fig. 292. *Boreomysis megalops*, eine Myside, ♀. *1, 6* erstes und sechstes Schwanzsegment, A_1—A_2, Vorder- und Hinterantenne, *ex* Außenast des letzten Rumpffußes, H_5 fünfter Schwanzfuß, K_3, K_8 dritter und achter Rumpffuß, *md* Vorderkiefertaster, *Ot* Otolith, *R* Brutsack, *S* Schild. — Nach Sars.

sind beim Weibchen immer schwach entwickelt, während sie beim Männchen sehr kräftig sein können. Im inneren Blatte des letzten Schwanzfußpaares befindet sich je eine mit einer engen Oeffnung versehene Gehörblase, die innen mit einer Reihe von Haaren ausgestattet ist, die einen großen Otolithen trägt (die Mysiden sind die einzigen Crustaceen, die an dieser Stelle Gehörblasen besitzen). Als Atmungsorgan fungiert die innere, dünnhäutige Seite des Schildes, die mit einem dichten Gefäßnetz versehen ist; der Nebenast des ersten Rumpffußes hat seinen Platz unter dem Schilde und bewirkt durch seine Bewegungen die Erneuerung des von diesem bedeckten Wassers. — Von der inneren Seite des Basalgliedes einiger Rumpffüße entspringt je eine gebogene, nach innen gerichtete, dünne Platte; diese Platten bilden zusammen einen Brutsack auf der Unterseite des Körpers, der den Eiern und Jungen als Aufenthaltsort dient. Die Jungen verlassen das Ei als Nauplien mit den drei bekannten Paaren von Anhängen (Antennen, Vorderkiefern), sind aber madenähnlich, außerstande sich zu bewegen, ernähren sich von dem aus dem Ei mitgebrachten Nahrungsdotter und verlassen den Brutsack erst, wenn sie im wesentlichen das Aussehen der Erwachsenen angenommen haben.

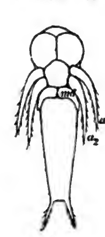


Fig. 293. Mysis-Nauplius, von unten gesehen (vergr.), a_1 Vorder-, a_2 Hinterantenne, *md* Vorderkiefer. — Orig.

Einige Mysiden findet man auf offenem Meere, andere sind Küstentiere; an den nordeuropäischen Küsten leben z. B. Arten der Gattung *Mysis*, durchsichtige, schwach pigmentierte Tierchen, die scharenweise umherschwimmen.

Anmerkung. Den Mysiden am nächsten stehend, in manchen Beziehungen jedoch sehr abweichend sind die vor wenigen Jahren in Australien, später auch in Europa entdeckten **Anaspidaceen,** die sämtlich in Süßwasser leben. Den betreffenden Formen geht ein Schild völlig ab, so daß sie oberflächlich an Iso- oder Amphipoden erinnern. Die Rumpffüße verhalten sich ähnlich wie bei den Mysiden, insofern als nur das erste Paar zu einem gewissen Grade als Kieferfüße (Kaulappen am Basalglied) ausgebildet ist, dieselben sind jedoch ebenso lang wie die folgenden Füße.

Die Rumpffüße sind aber dadurch abweichend von denen der Mysiden, daß sie nicht allein mit kräftigen Außenästen, sondern auch mit großen Nebenästen ausgestattet sind, die offenbar als Kiemen fungieren (vergl. die Leuchtkrebse). Interessant ist das Vorhandensein einer Gehörblase

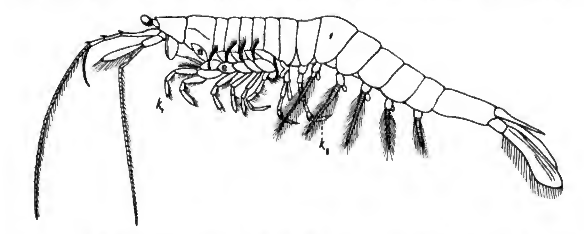


Fig. 294. *Paranaspides lacustris*, Tasmanien, $^4/_1$. *e* Nebenäste (Kiemen), k_1 erster, k_8 achter Rumpffuß, *1* erstes Schwanzglied. — Nach G. Smith.

im Grundglied der Vorderantenne (vergl. die Decapoden). Die Augen sind meistens gestielt, die Hinterantennen gewöhnlich mit großem Außenast, die Kiefer denen der Mysiden ähnlich, die beiden ersten Schwanzfußpaare des Männchens (wie bei den Leuchtkrebsen und Decapoden) als Copulationsorgane entwickelt. Die Schwanzfüße und der Schwanzfächer sind wohlentwickelt. Ein Brutbeutel wie bei den Mysiden fehlt; eine Metamorphose scheint nicht stattzufinden. — Die Anaspidaceen sind somit Formen, die offenbar in einigen Stücken ursprünglicher, in anderen dagegen weit umgebildeter sind als die Mysiden.

3. Ordnung. Cumacea.

Die Tiere dieser Ordnung sind zwar mit den Mysiden verwandt, besitzen aber nicht dasselbe garneelenartige Gepräge und sind überhaupt in manchen Punkten abweichend. Das Hautskelet ist fest und spröde. Das Schild ist so klein, daß es nur den vorderen Teil des Rumpfes deckt, während die fünf hinteren Rumpfsegmente unbedeckt sind[1]). Die Seitenaugen sind ungestielt, klein, gewöhnlich

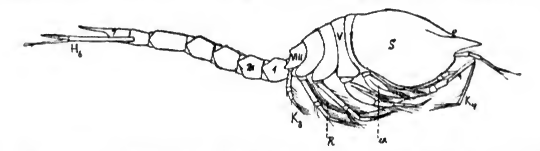


Fig. 295. *Diastylis neapolitana*, eine Cumacee. *V* und *VIII* fünftes und achtes Rumpfsegment, *1*, *2*, *7* erstes, zweites, siebentes Schwanzsegment, *ex* Außenast eines Rumpffußes, H_6 sechster Schwanzfuß, K_4, K_8 vierter und achter Rumpffuß, *o* Auge, *R* Brutsack, *S* Schild. — Nach Sars.

1) Bei den Mysiden ist das Schild auch mit diesen 5 Segmenten nicht verwachsen, erstreckt sich aber über den größten Teil derselben hin (nur auf der Rückenseite sind die zwei hintersten Segmente unbedeckt).

zu einem einzigen verschmolzen; den Hinterantennen fehlt der Außenast. Von den Rumpffüßen sind einige mit einem Schwimmast ausgestattet, an anderen fehlt ein solcher. Der 1. Rumpffuß ist als Kieferfuß ausgebildet, und ebenso wie bei den Mysiden ist nur an diesem Rumpffuß ein Nebenast vorhanden, der bei den Cumaceen eine ansehnliche blättrige Kieme trägt; das 2. Glied des Kieferfußes ist mit einigen Haken versehen, so daß er mit dem gegenüberstehenden zusammengehakt werden kann. Auch der 2. Rumpffuß ist von den folgenden etwas abweichend (wie bei den Mysiden). Die Rumpffüße sind übrigens — besonders ist dies bei den hintersten Paaren der Fall — mehr zum Kriechen geeignet als bei den Mysiden und Euphausiaceen. Der Schwanz ist lang, dünn, gerade, sehr beweglich. Von den Schwanzfüßen besitzt das Weibchen nur das nach hinten gerichtete hinterste Paar, das schlank, nicht fächerförmig ausgebildet ist; beim Männchen sind in der Regel auch die übrigen Schwanzfüße vorhanden. — Die Weibchen sind mit einem ebensolchen, aus plattenförmigen Anhängen der Rumpffüße zusammengesetzten Brutsack wie die Mysiden-Weibchen ausgestattet; wenn die Jungen aus dem Ei kommen, sind sie ähnliche madenartige Nauplien wie bei letzteren; wenn sie den Brutsack verlassen, sind sie den Erwachsenen ähnlich, es fehlt ihnen aber noch das letzte Rumpffußpaar, das sich erst später entwickelt (vergl. die Isopoden).

Die Cumaceen sind kleinere Tiere, die auf dem Meeresboden in einiger Tiefe leben. Sie sind auch in der Nord- und Ostsee vertreten.

4. Ordnung. **Isopoda.**

Der Körper ist von oben nach unten abgeplattet, mit einem festen, oft spröden Hautskelet umgeben, der Schwanz ist kurz, höchstens 6-gliedrig, indem das letzte (7.) Segment fehlt; von den übrigen Schwanzsegmenten ist das Endsegment (6.) gewöhnlich groß; durch Verwachsung ist oft scheinbar eine geringere Anzahl als 6 vorhanden. Das Schild fehlt. Die Augen (Seitenaugen) sind sitzend, der Außenast der Hinterantennen fehlt (meistens). Das 1. Rumpfsegment ist mit dem Kopf verschmolzen, die übrigen 7 sind dagegen frei, beweglich und kräftig ausgebildet. Der erste Rumpffuß ist als Kieferfuß entwickelt, an seinem inneren Rand meistens mit Häkchen ausgestattet, mittels deren die beiden Kieferfüße zusammengeheftet werden können. Die übrigen sieben Rumpffußpaare sind kräftige Gehfüße ohne Außenast und ohne Nebenast. Die Schwanzfüße sind dadurch ausgezeichnet, daß das innere Blatt an einigen derselben als Kieme ausgebildet ist; das Blatt ist dünnhäutig und mit einem feinen, dichten Capillargefäßnetz versehen; andere Atmungswerkzeuge sind in der Regel nicht vorhanden. Die Isopoden besitzen einen ähnlichen, aus blattförmigen Anhängen der Basalglieder der Rumpffüße gebildeten Brutsack unterhalb des Rumpfes wie die Mysiden; die Jungen verlassen das Ei als madenförmige Nauplien, mit den drei Paar Anhängen als kurze Stummel entwickelt (oder ganz ohne dieselben); wenn sie den Brutsack verlassen, besitzen sie in der Hauptsache die Gestalt des ausgebildeten Tieres, es fehlt ihnen aber noch das letzte Rumpffußpaar.

Die Isopoden leben größtenteils im Meere oder auf dem Lande (an feuchten Stellen), wenige im Süßwasser. Sie sind wesentlich darauf eingerichtet, sich kriechend oder laufend zu bewegen; einige

schwimmen jedoch auch vermittelst der Schwanzfüße umher. Zahlreiche Isopoden sind Schmarotzer.

1. In der Nord- und Ostsee leben u. a. folgende: Mehrere Arten von Klappenasseln (*Idothea*), ziemlich gestreckte Isopoden mit einer eigentümlichen Ausbildung des letzten Schwanzfußpaares, das zwei türähnliche Klappen unterhalb des Schwanzes bildet und die übrigen Schwanzfüße bedeckt. Ferner die kleine Bohrassel (*Limnoria terebrans*), die in Holzwerk (Hafenbauten etc.) Gänge nagt und enormen Schaden anrichtet.

2. In Süßwasserlachen mit verwesenden Pflanzenteilen findet man gemein die platte, langbeinige Wasserassel (*Asellus aquaticus*).

3. Auf dem Lande leben zahlreiche Arten der Abteilung der Landasseln (Gattung *Oniscus* u. a.). Sie zeichnen sich dadurch aus, daß die Vorderantennen rudimentär sind und das Endsegment des Schwanzes ungemein klein ist. Einige derselben haben außer dem gewöhnlichen Kiemenapparat eine Art Lungen ausgebildet, indem das äußere Blatt einiger Schwanzfüße eine verzweigte, mit einer spaltförmigen Oeffnung versehene Höhlung einschließt. Die Landasseln („Mauerassel“, „Kellerassel“ etc.) sind lichtscheue Tiere von unansehnlicher Färbung; einige (*Armadillidium*) können sich ebenso wie gewisse Tausendfüßler, mit denen sie eine oberflächliche Aehnlichkeit besitzen, zusammenkugeln.

4. Die zahlreichen schmarotzenden Isopoden leben als Blutsauger, besonders an Fischen und Crustaceen. Wir finden bei ihnen eine ähnliche Stufenfolge in der durch das Schmarotzerleben bedingten Umbildung wie bei den schmarotzenden Copepoden. Die Gattung *Aega* z. B. (Fig. 296), die als Blutsauger an der Haut von Fischen lebt, ist noch wenig umgebildet: das 2.—4. Rumpffußpaar sind zwar als Hakenbeine zum Festhalten eingerichtet, die Tiere sind aber imstande, sich frei umher zu bewegen, und mit großen Augen ausgestattet; Männchen und Weibchen sind wenig verschieden. Inniger dem Schmarotzerleben angepaßt ist die mit Aega verwandte plumpe *Cymothoa*[1]) (Fig. 297), mit kleineren Augen

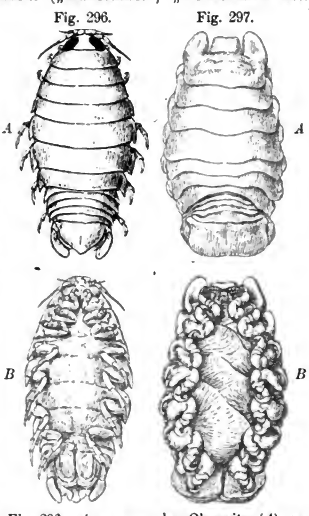


Fig. 296. *Aega*, von der Oberseite (*A*) und von der Unterseite (*B*) — Orig.
Fig. 297. *Cymothoa*, ebenso. — Orig.

1) Für *Cymothoa* und einige andere schmarotzende Isopoden hat man die interessante Beobachtung gemacht, daß sie (im Gegensatz zu allen anderen Malacostraken) Hermaphroditen sind, und zwar derart, daß sie in der Jugend eine Zeitlang als Männchen fungieren, während der weibliche Geschlechtsapparat erst später zur Entwicklung gelangt, zu gleicher Zeit, wo der männliche sich rückbildet.

(oder augenlos) und 7 kurzen Hakenbeinpaaren; sie lebt in der Mund- und Kiemenhöhle bei Fischen. Noch weit mehr umgebildet sind die in der Kiemenhöhle von Garneelen und anderen Decapoden schmarotzenden

A Fig. 298. *B*

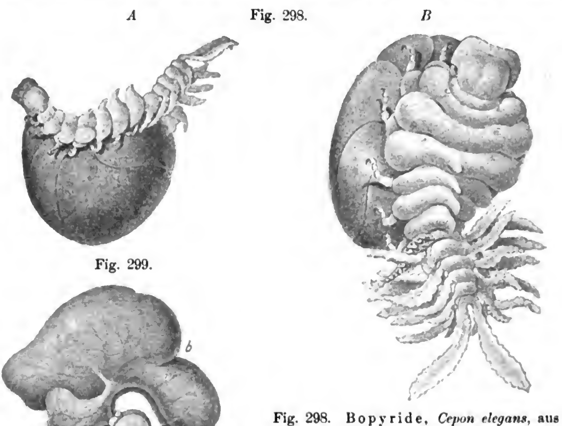


Fig. 299.

Fig. 298. Bopyride, *Cepon elegans*, aus der Kiemenhöhle einer Krabbe, von der Seite (*A*) und von oben (*B*, mehr vergr.), ♀ mit kolossalem Brutsack; das Männchen an der Basis des Schwanzes (*B*, links) angeheftet. — Nach Giard u. Bonnier.

Fig. 299. Binnenassel, *Portunion Kossmanni*, ♀ von der linken Seite. *b* Brutlamellen, *k* Kopf, *s* Schwanz. — Nach Giard u. Bonnier.

Bopyriden (*Bopyrus* u. a.), deren Weibchen asymmetrisch, augenlos und mit ganz kleinen Hakenbeinen ausgestattet sind (Fig 298); die Glieder des breiten Rumpfes sind unbeweglich verbunden. Die Männchen der Bopyren besitzen eine mehr normale Isopodengestalt, aber eine sehr geringe Größe (Zwergmännchen) und sitzen am Schwanz des Weibchens festgeheftet. Ganz oder fast gliedmaßenlos, überhaupt von wunderbarer Gestaltung sind die Weibchen der im Innern[1]) gewisser Crustaceen schmarotzenden Binnenasseln (*Entoniscus, Portunion* u. a., Fig. 299), deren Zwergmännchen von ziemlich normaler, wenn auch etwas reduzierter Gestalt sind. — Die Jungen der parasitischen Isopoden besitzen in allen Fällen eine normale Isopodengestalt und das Vermögen, sich frei umherzubewegen.

1) Streng genommen sind die Binnenasseln jedoch Außenschmarotzer; die in Fig. 299 abgebildete, die in einer Krabbe schmarotzt, hat z. B. ihren Platz in einer sich weit in die Leibeshöhle hinein erstreckenden Einstülpung der Kiemenhöhlenwand der Krabbe.

5. Die Tanaiden oder Scherenasseln (die Gattungen *Tanais*, *Apseudes* u. a.) bilden eine kleine Isopoden-Abteilung, die den Mysiden und Cumaceen näher steht als die übrigen; es ist eine Uebergangsgruppe

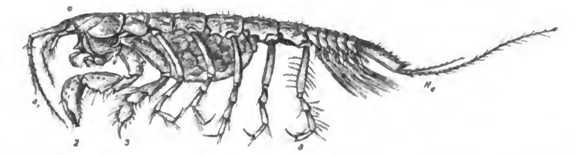


Fig. 300. *Apseudes*. *2*, *3*, *8* zweiter, dritter etc. Rumpffuß, a_1 Vorderantenne, *e* Außenast des ersten Rumpffußes, H_6 sechster Schwanzfuß, *o* Auge. — Nach Sars.

von jenen zu den Isopoden. Sie besitzen nur 6 freie Rumpfglieder, indem auch das 2. Rumpfsegment (nicht bloß das 1., wie bei der Mehrzahl der Isopoden) mit dem Kopf verbunden ist. Es ist ein kleines Schild vorhanden, das oben mit den beiden mit dem Kopfe verbundenen Segmenten verwachsen ist, während seine Seitenteile frei sind und ebenso wie bei den Mysiden mit ihrer innern, dünnhäutigen Oberfläche als Kiemen fungieren; unter dem Schilde sitzt jederseits der dem 1. Rumpffuß angehörende weiche Nebenast, der ebenso wie bei den Mysiden die Erneuerung des Wassers bewirkt. Die Augen oft auf kurzen, unbeweglichen, vom übrigen Kopf aber deutlich abgegrenzten Stielen; der Außenast der Hinterantennen ist zuweilen vorhanden. Der 2. und der 3. Rumpffuß, von denen ersterer als Scherenfuß ausgebildet ist, sind manchmal mit einem rudimentären, aber deutlichen Außenast versehen. Die Schwanzfüße dienen nicht als Kiemen. — An den europäischen Küsten.

5. Ordnung. Amphipoda.

Die Amphipoden sind in vieler Hinsicht den Isopoden ahnlich: das Schild fehlt, die Augen sind sitzend, es sind 7 freie Rumpfsegmente vorhanden, das erste Rumpffußpaar ist als Kieferfüße entwickelt, die anderen sind Geh- oder Greiffüße, die bloß aus dem Stamme bestehen, etc. Ein wichtiger Unterschied zeigt sich darin, daß nicht die Schwanzfüße als Kiemen fungieren, sondern eigentümliche, plattenförmige, dünnhäutige Anhänge, die von der inneren Seite des Grundgliedes einiger Rumpffüße entspringen[1]). Das Hautskelet ist meistens weniger fest als bei den Isopoden. Der Schwanz ist 7-gliedrig (das letzte Segment klein). Die Kieferfüße sind miteinander am Grunde verwachsen. Von den übrigen Rumpffüßen sind die vorderen Greifwerkzeuge, indem das letzte Glied gegen das vorletzte eingeschlagen werden kann, während die hintersten Rumpffüße Gehfüße sind; das Grundglied (besonders der vier vorderen Paare) ist plattenförmig, abwärts gerichtet, wodurch der Körper ein zusammengedrücktes Gepräge erhält (der Rumpf selbst ist nicht zusammengedrückt, Fig. 302). Die drei vorderen Schwanzfußpaare sind kräftige Schwimmbeine, die drei hinteren dagegen kleiner, ziemlich steif und nach hinten ge-

1) Dieser Anhang kann nicht als dem Nebenast entsprechend aufgefaßt werden, denn der Nebenast entspringt von der Außenseite des Grundgliedes (vergl. Fig. 302).

richtet. — Die Amphipoden besitzen einen eben solchen Brutsack wie die Isopoden, die Jungen verlassen aber das Ei schon mit sämtlichen Gliedmaßen ausgestattet.

Die Amphipoden sind meistens lebhafte Tiere, die im Wasser umherschwimmen und -hüpfen; ersteres geschieht vermittelst des 1. bis 3. Schwanzfußpaares, letzteres, indem die Schwanzspitze nach hinten geschlagen wird; andere Formen (vergl. unten) sind von trägerer Natur. Sie leben in großer Arten- und Individuenzahl im Meere, sowohl dicht am Ufer als auf tieferem Wasser und auf offenem Meer; wenige leben im Süßwasser, einzelne in und auf dem Sande am Meeresstrande oder gar weit vom Strande in feuchter Erde. Eine geringe Anzahl leben als Schmarotzer.

1. Die **Flohkrebse** (*Gammarus*) können als Repräsentanten der typischen Amphipodengestalt gelten (vergl. Fig. 301). Augen ziemlich klein, 2. und 3. Rumpffußpaar Greiforgane. Leben sowohl im Meere wie

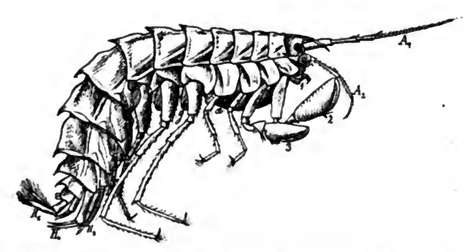


Fig. 301. Ein mit *Gammarus* nahe verwandter Amphipode (etwas vergr.). A_1—A_2 Vorder- und Hinterantenne, *1* Kieferfuß, *2—3* zweiter bis dritter Rumpffuß, *σ* Brutsack, *g* Kieme, H_3, H_4, H_6 dritter, vierter, sechster Schwanzfuß. — Nach Sars.

im Süßwasser; in der Nord- und Ostsee findet man z. B. am Strande *G. locusta* häufig; der sehr nahe verwandte *G. pulex* ist im Süßwasser gemein; in Brunnen lebt der blinde *G.* (*Niphargus*) *puteanus*. — Ein kleiner Amphipode, *Corophium*, mit langen, sehr kräftigen Hinterantennen, der auf seichtem Wasser an der Küste in ähnlichen Gängen wie der Sandwurm lebt, hat große Bedeutung für die Marschbildung, indem er die Schlick(Schlamm)partikel, welche die Flutwelle gegen das Land führt, ergreift und dieselben durch abgesonderten Schleim an die Seiten seiner Gänge heftet.

2. Auf offenem Meere leben zahlreiche Gattungen der Hyperinen, durchsichtige, mit kolossalen Augen ausgestattete Amphipoden, von denen

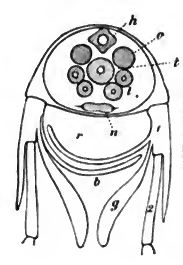
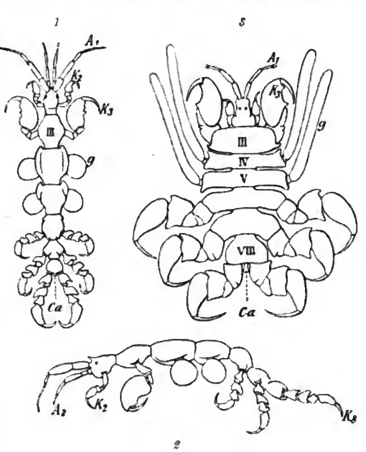


Fig. 302. Querschnitt des Rumpfes von *Gammarus* (vergr.). *b* eines der die Bruthöhle unten begrenzenden Blätter, *g* Kieme, *h* Herz, *l* Leberschläuche, *n* Bauchganglien, *o* Eierstock, *r* Bruthöhle, *t* Darm, *1—2* erstes bis zweites Glied eines Beines. — Nach Sars, geändert.

einige in Quallen und anderen durchsichtigen Meerestieren Aufenthalt nehmen; in der gemeinen Ohrenqualle kommt z. B. nicht selten eine Art, *Hyperia galba*, vor.

3. Eine abweichende Form ist die Gattung *Caprella*, die besonders dadurch ausgezeichnet ist, daß der Schwanz ganz rudimentär (zu einer gliedmaßenlosen Warze rückgebildet) und der Körper langgestreckt und dünn, fast fadenförmig geworden ist. Das 2. und 3. Rumpffußpaar sind Greiffüße (das erste ist klein, das andere groß), von dem 4. und 5. Paar ist nur das Basalglied mit der Kiemenplatte ausgebildet (dagegen fehlen Kiemen an den übrigen Beinpaaren), das 6.—8. Paar sind echte Gangbeine. Die Caprellen leben im Meere, wo sie langsam auf Meerespflanzen und Tierstöcken herumwandern. — Mit ihnen nahe verwandt sind die Walfischläuse (*Cyamus*), deren 6 freie Rumpfsegmente jederseits in je einen langen, an seiner Spitze das Bein tragenden Fortsatz ausgezogen sind, wodurch der Körper eine abgeplattete, isopodenähnliche Gestalt erhält; übrigens wesentlich wie Caprella. Sie leben als Schmarotzer an der Haut der Wale, in deren dicke Epidermis sie tiefe Gruben nagen.



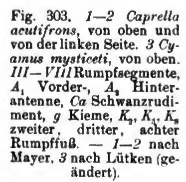


Fig. 303. *1—2 Caprella acutifrons*, von oben und von der linken Seite. *3 Cyamus mysticeti*, von oben. *III—VIII* Rumpfsegmente, A_1 Vorder-, A_2 Hinterantenne, *Ca* Schwanzrudiment, *g* Kieme, K_2, K_3, K_8 zweiter, dritter, achter Rumpffuß. — *1—2* nach Mayer, *3* nach Lütken (geändert).

6. Ordnung. **Decapoda, Zehnfüßler.**

Das Schild ist wohlentwickelt, auf der Rückenseite mit allen acht Rumpfsegmenten verwachsen, während die Seitenteile frei sind, und zwischen letzteren und dem Rumpf findet sich jederseits ein geräumiger Hohlraum, die Kiemenhöhle. Die Augen sitzen auf beweglichen Stielen, die Hinterantennen haben in der Regel (mit Ausnahme der Krabben) einen plattenförmigen, ungegliederten Außenast. Von den Rumpffüßen (siehe Fig. 289, S. 304) sind die drei vorderen Paare als Kieferfüße ausgebildet; das erste Paar ist ebenso wie die Mittel- und Hinterkiefer stark abgeplattet, die beiden anderen Paare sind von den übrigen Rumpffüßen weniger abweichend, gewöhnlich aber weit kürzer als diese. Die übrigen fünf Paar Rumpffüße bezeichnet

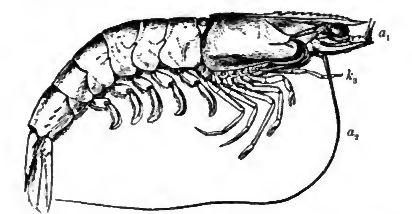


Fig. 304. Garneele (*Penaeus*). — Orig.

Fig. 305. Hummer, ♂. — Orig.

Fig. 306. Krabbe, ♂, Schwanz künstlich vorgezogen. — Orig.
Man bemerke u. a. den Unterschied in der Entwicklung des Schwanzes, des Schildes, der Schwanzfüße und der Brustfüße bei den drei Formen. a_1 Vorder-, a_2 Hinterantenne, h_2 und h_6 zweiter und sechster Schwanzfuß, k_3 dritter Kieferfuß, *s* Schwanz, *1—5* erster bis fünfter Brustfuß.

man mit dem Namen Brustfüße; sie dienen wesentlich als Gangbeine, ein oder mehrere Paare (meistens das vorderste Paar) sind aber gewöhnlich als Scherenbeine ausgebildet, indem das vorletzte Glied sich in einen kräftigen Fortsatz verlängert, gegen den das äußerste Glied greift; solche werden dann zugleich oder ausschließlich als Greifwerkzeuge verwendet. Die Kieferfüße besitzen in der Regel einen recht gut entwickelten, schlanken Außenast, der dagegen an den Brustfüßen fast immer fehlt; sowohl an den Kieferfüßen wie an den Brustfüßen kann ein Nebenast vorhanden sein, der immer in der Kiemenhöhle versteckt liegt. Von den Nebenästen und von der Seite des Rumpfes (und von der Gelenkhaut zwischen Rumpf und Rumpffüßen) entspringen die Kiemen, die aus einem Stamm mit zwei Blätterreihen oder mit einer größeren Anzahl von Fäden bestehen; von solchen Kiemen sind jederseits 5 bis einige 20 vorhanden. Sie haben ihren Platz in der Kiemenhöhle, in die das Wasser gewöhnlich am Grunde der Rumpffüße eintritt, über die Kiemen hinfließt, um dann am vorderen Ende der Kiemenhöhle diese wieder zu verlassen; die Strömung in der Kiemenhöhle wird dadurch bewirkt, daß der an ihrem vorderen Ende sitzende, große, plattenförmige, am Rande behaarte Außenast des Hinterkiefers (Fig. 289, *Hk*, *y*) in beständiger schwingender Bewegung gehalten wird. Von den Schwanzfüßen bildet das letzte (6.) Paar, wenn es vorhanden ist, zusammen mit dem letzten (7.) Schwanzsegment die breite sog. Schwanzflosse (den Schwanzfächer); von den übrigen 5 Paaren sind das 1. und 2. beim Männchen in der Regel ganz oder teilweise zu Begattungswerkzeugen umgebildet. Die Ausbildung des Schwanzes ist übrigens bei den verschiedenen Gruppen der Decapoden eine sehr verschiedene.

Die Decapoden sind mit einem Gehörorgan (Fig. 307) ausgestattet, das im Basalgliede der Vorderantennen seinen Platz hat. Es ist gewöhnlich eine offene Hauteinstülpung, die auf der Oberseite des betreffenden Gliedes mündet; in ihr sind eigentümliche Sinneshaare (Hörhaare) angebracht, auf denen Sandkörner u. ähnl. ruhen, die nach jeder Häutung von dem Tiere in den Sack hineingebracht werden und

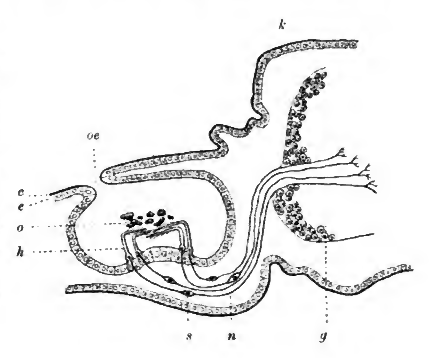


Fig. 307. Schnitt durch das Basalglied der Vorderantenne und der angrenzenden Teile des Kopfes einer Garneele, um das Gehörorgan zu zeigen. *c* Cuticula, *e* Epidermis, *g* Gehirn, *h* Hörhaare, *k* Kopf, *n* Nervenfasern, *o* Otolithen, *oe* Eingang zur Gehörblase, *s* Sinneszelle, die in der Basis eines Hörhaares endigt und andererseits in die Nervenfaser *n* sich fortsetzt, welche im Gehirn endigt. – Nach Prentiss, geändert.

als Otolithen fungieren. — Die Decapoden besitzen einen kräftigen Kaumagen, oft mit großen verkalkten Mahlzähnen; in einer Einstülpung seiner Wand wird auf jeder Seite bei manchen Formen eine rundliche Kalkmasse ausgeschieden, die vor den Häutungen aufgelöst wird („Krebsaugen"). — Es ist eine große Antennendrüse, die sog. „grüne Drüse", vorhanden; sie mündet mit einem feinen Loch im Basalgliede der Hinterantenne.

Bei gewissen Decapoden — besonders unter den Natantia — kommen Leuchtorgane vor, die entweder offene Drüsen sind oder geschlossene augenähnliche Organe mit Linse etc., die an den verschiedensten Körperstellen vorhanden sein können.

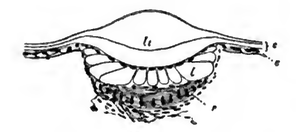


Fig. 308. Leuchtorgan einer Garneele (*Sergestes*). Schnitt. *c* Cuticula, ebenso wie auch die Linse aus zwei Schichten zusammengesetzt. *e* Epidermis. *l* Leuchtzellen. *li* Linse. *r* bindegewebige Schicht, die wahrscheinlich als Reflektor dient. Die schwarzen Flecken sind Kerne. — Nach Kemp.

Der Samen wird vom Männchen in das Weibchen übergeführt mittels der umgebildeten Schwanzfußpaare Nr. 1—2, deren Ausbildung hierzu besonders bei den Krabben vollkommen ist (Fig. 309). Bei diesen ist der größere Teil des 1. Schwanzfußes zu einer festen Röhre zusammengerollt, in welcher der 2. (ebenfalls einästige) Schwanzfuß wie eine feine Sonde steckt (ähnlich wie der Metalldraht in der Kanüle einer Morphiumspritze), offenbar zum Offenhalten des Kanals, in welche weiter auch die etwas ausgezogene Oeffnung des Samenleiters hineinragt. — Die Decapodenweibchen besitzen keinen Brutsack, sondern

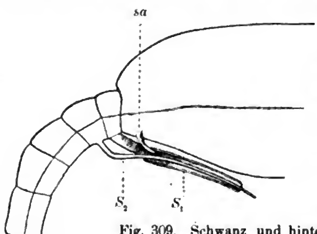


Fig. 309. Schwanz und hinterer Teil des Rumpfes einer Krabbe von der Seite mit dem Begattungsorgan. Schema. Die vom ersten Schwanzfuß gebildete Röhre ist längs durchschnitten. *sa* Papille, auf deren Spitze der Samenleiter sich öffnet. S_1 erster, S_2 zweiter Schwanzfuß. *a* After. — Orig.

tragen die Eier an den Schwanzfüßen festgeklebt mit sich umher bis zum Ausschlüpfen der Jungen.

Die Decapoden besitzen (wie übrigens die meisten Crustaceen) ein ziemlich großes Regenerations-Vermögen; namentlich werden verloren gegangene Gliedmaßen in der Regel leicht neugebildet. Bei manchen Decapoden knüpft sich hieran eine Autotomie, ein Vermögen, Gliedmaßen an bestimmten Stellen abzuwerfen. Das ist namentlich bei den Krabben (*Brachyura*) an sämtlichen Brustfüßen hoch entwickelt. Die Brustfüße der Krabben bestehen scheinbar aus 6 Gliedern, indem von den

7 Gliedern Nr. 2 und 3 unbeweglich verwachsen sind. An der Verwachsungsstelle ist die Krabbe imstande, das Bein (also Glied 3—7) abzusprengen; in der Cuticula ist hier eine schwächere Stelle, und innerlich geht ein feiner, beiderseits von einer Membran begrenzter Spalt quer durch das Bindegewebe, welches das Bein erfüllt, so daß bei der Autotomie nur eine geringe Blutung stattfindet: die Absprengung ist die Folge der Kontraktion eines quer durch das Glied Nr. 3 gehenden Muskels und findet z. B. statt, wenn das Bein stark gekniffen oder irgendwo verwundet wird. Später wächst an der Bruchstelle ein neues Bein hervor, das zunächst klein ist, mit jeder Häutung aber ansehnlich wächst.

Das Junge durchläuft fast immer eine eingreifende Metamorphose. Nur bei einer geringen Anzahl tritt als erstes Jugendstadium ein frei umherschwimmender Nauplius auf; das ist bei der Garneelengattung *Penaeus* (Fig. 271) und einigen damit nahe verwandten Formen der Fall. Die Mehrzahl verläßt das Ei in einer

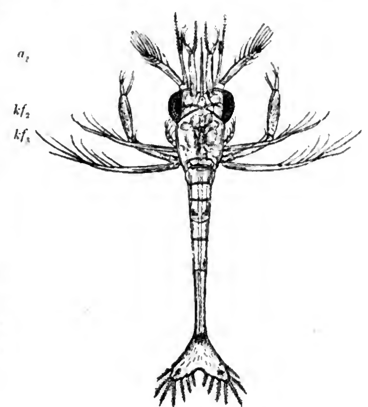
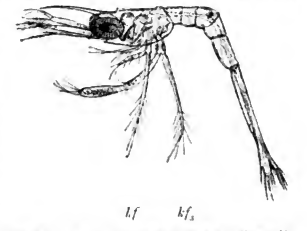


Fig. 310. Zoëa einer Garneele, von oben, vergr. a_2 Außenast der Hinterantenne. kf_2 Außenast des zweiten, kf_3 des dritten Kieferfußes. Beachte außerdem noch das Stirnauge und den Stirnstachel mit den Vorderantennen zu beiden Seiten. — Nach Sars.

ausgebildeteren Gestalt, auf dem sog. Zoëastadium [1]), in dem das Tier sich fortbewegt vermittelst der später als Kieferfüße ausgebildeten Anhänge, die auf dieser Entwicklungsstufe noch nicht der Ernährung dienen, sondern mittels ihrer Außenäste als Schwimmwerkzeuge fungieren. Die Zoëa ist ferner mit Stirnaugen und Seitenaugen, mit den beiden Antennenpaaren und den drei Kieferpaaren ausgestattet, auch das Schild ist vorhanden, dagegen die Brustfüße und Schwanzfüße noch nicht oder nur als kleine Anlagen,



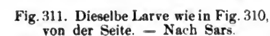


Fig. 311. Dieselbe Larve wie in Fig. 310, von der Seite. — Nach Sars.

1) Decapoden dieser Entwicklungsstufe hat man in früherer Zeit als vollständig ausgebildete Tiere aufgefaßt und unter dem Gattungsnamen *Zoëa* beschrieben, daher der Name dieser Entwicklungsstufe.

ebenso wie auch der hintere Teil des Rumpfes und der Schwanz nicht so stark wie später entwickelt sind. (Diejenigen Formen, die das Ei als Nauplien verlassen, durchlaufen später das Zoëastadium.) Auf das Zoëastadium folgt bei manchen Decapoden das sog. Mysisstadium, wegen der Aehnlichkeit mit der ausgebildeten Mysis so

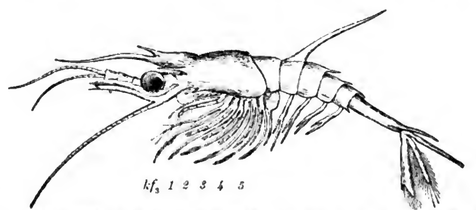


Fig. 312. Mysisstadium von *Penaeus* (vergr.). kf_3, 1—5 Außenast des dritten Kieferfußes und der Brustfüße. — Nach Claus.

genannt, in dem die Brustfüße ausgebildet sind und das Tier sich vermittelst der Außenäste dieser (und der hinteren Kieferfüße) schwimmend fortbewegt; die Schwanzfüße sind noch nicht oder nur unvollkommen entwickelt. Nach dem Mysisstadium tritt das Tier in das Garneelenstadium ein, in dem die Außenäste der Brustfüße verschwunden sind, während die Schwanzfüße stark entwickelt sind und als kräftige Schwimmwerkzeuge fungieren, vermittelst deren das Tier, das auf dieser wie auf den vorhergehenden Stufen ganz oder fast durchsichtig ist, sich in den oberen Wasserschichten fortbewegt. Für die eine Hauptabteilung der Decapoden, die Garneelen, fällt das Garneelenstadium mit der Stufe des Erwachsenen zusammen, sie bleiben zeitlebens in dieser Gestalt, die Schwanzfüße sind bleibend Schwimmwerkzeuge etc.; bei der anderen Hauptabteilung, den kriechenden Decapoden, ist das Garneelenstadium kein bleibendes, sondern nach einiger Zeit werden die Schwanzfüße (mit Ausnahme des 6. Paares) zurückgebildet, sie hören auf, Schwimmwerkzeuge zu sein, das Tier wird undurchsichtig, und dem vollständig entwickelten Tier geht ein eigentliches Schwimmvermögen ab.

Einige Decapoden (z. B. der Hummer) verlassen das Ei erst auf dem Mysisstadium. Andere (z. B. die Krabben) gehen von dem Zoëastadium direkt in das Garneelenstadium über, überspringen das Mysisstadium, d. h. sie sind auf keiner Stufe mit einem Schwimmast an den Brustfüßen ausgestattet.

Die meisten Arten der formenreichen Abteilung der Decapoden, zu der die größten unter den Malacostraken gehören, leben im Meere, eine verhältnismäßig geringere Anzahl (Flußkrebse, gewisse Garneelen) im Süßwasser, wenige auf dem Lande.

1. Unterordnung. **Natantia, Garneelen** oder **schwimmende Decapoden.**

Das Skelet der Garneelen ist nicht sehr fest, hornartig, das Tier durchsichtig oder halbdurchsichtig. Der Körper (Fig. 304) ist zu-

sammengedrückt, der Schwanz kräftig und gebogen (kann nicht ganz gerade ausgestreckt werden). Das Schild besitzt vorn einen kräftigen, zusammengedrückten, gesägten Stirnstachel. An der Hinterantenne ein großer, plattenförmiger Außenast, lange, sehr bewegliche Geißeln an beiden Antennenpaaren, große langgestielte Augen. Die Brustfüße sind dünn und schwach, der 3. Kieferfuß lang und beinähnlich. Die Schwanzfüße, mit kräftigem Schaft und langen Blättern, sind starke Schwimmwerkzeuge; vom inneren Rand des Innenblattes entspringt bei manchen Garneelen ein an der Spitze mit kurzen kleinen Haken ausgestatteter Anhang, durch den der Schwanzfuß mit dem anderen desselben Paares zusammengeheftet wird, so daß die Schwanzfüße paarweise bewegt werden. — Die Garneelen sind in der Regel lebhaft schwimmende Tiere, die, indem sie die Schwanzfüße (die 5 ersten Paare) nach hinten schlagen, sich im Wasser vorwärts bewegen (das eigentliche Schwimmen der Garneelen), während sie auch imstande sind, große Sprünge rücklings zu machen, indem sie mit großer Kraft den hinteren Teil des Schwanzes mit ausgebreitetem Schwanzfächer gegen die Bauchseite einschlagen.

Einige Garneelen weichen von den übrigen dadurch ab, daß sie in Spongien und ähnl. Aufenthalt nehmen, und sind dieser halbparasitischen Lebensweise entsprechend mehr oder weniger umgestaltet: die Augen und Antennen werden klein etc.

Von den sehr zahlreichen, meistens kleineren Formen führen wir nur einzelne an:

1. *Penaeus* (Fig. 304) ist eine Gattung großer Garneelenformen (sie erreichen die Größe eines Flußkrebses und mehr), die nur in den wärmeren Meeren leben (ein paar Arten im Mittelmeer). Es sind zusammengedrückte, langgestreckte Garneelen mit kleinen Scheeren an den drei vorderen Brustfußpaaren. Penaeus und einige seiner Verwandten zeichnen sich vor allen Decapoden dadurch aus, daß sie das Ei als Nauplien verlassen (Fig. 271, S. 288).

2. In den europäischen Meeren findet man häufig Arten der Gattung *Palaemon* (Crevette, Granat), die nur an den zwei vorderen Brustfußpaaren mit Scheren ausgestattet sind. Das neugeborene Junge ist, wie bei der großen Mehrzahl der Garneelen, eine Zoëa; später durchläuft das junge Tier ein Mysisstadium. Mehrere Arten dieser Gattung werden gegessen. Dasselbe gilt auch von der im Sande an der Küste der Nord- und Ostsee lebenden Sandgarneele (*Crangon vulgaris*), die in mehrfacher Beziehung von Palaemon abweicht.

2. Unterordnung. **Reptantia, kriechende Decapoden.**

Das Skelet ist im allgemeinen dick, fest, hart, stark verkalkt, das Tier gefärbt, undurchsichtig. Der Körper ist abgerundet oder abgeplattet, der Schwanz in einigen Fällen recht kräftig, muskulös, in anderen Fällen sehr rückgebildet; der Stirnstachel kurz, nicht zusammengedrückt. Der Außenast der Hinterantenne ist klein oder fehlt, die Antennengeißeln gewöhnlich schwach. Die Augen kleiner, kürzer gestielt als bei den Garneelen. Das 2.—5. Paar Brustfüße sind mehr oder weniger kräftige Gehfüße; das erste Paar ist in der Regel weit kräftiger als die übrigen, mit großen Scheren versehen und während des Ganges vom Boden erhoben; der 3. Kieferfuß ist kurz, nicht beinähnlich. Die Schwanzfüße sind beim aus-

gebildeten Tier niemals Schwimmwerkzeuge; sie haben (von dem 6. Paare abgesehen) wesentlich die Aufgabe, beim Weibchen die Eier zu tragen, während beim Männchen die beiden ersten Paare als Begattungswerkzeuge fungieren; die folgenden drei Paare haben beim Männchen nur eine geringe Bedeutung und fehlen deshalb oft oder sind rückgebildet. Das 6. Paar bildet bei einigen einen mächtigen Fächer, bei anderen (den Krabben), die einen schwachen Schwanz haben, fehlt es ganz. — Die kriechenden Decapoden bewegen sich als ausgebildete Tiere auf dem Meeresboden vermittelst der kräftigen Brustfüße (die bei den Garneelen ganz untergeordnete Bewegungswerkzeuge sind), während ein eigentliches Schwimmvermögen ihnen abgeht[1]); diejenigen, die einen muskulösen Schwanz besitzen, können in derselben Weise wie die Garneelen mächtige Sprünge rücklings machen.

1. Der Hummer (*Homarus vulgaris*), Fig. 305, ist ein großer, dunkelblauer Krebs mit starkem, muskulösem Schwanz und breitem Schwanzfächer, Hinterantennen mit Außenast und langer, kräftiger Geißel. Das 1. Brustfußpaar sind gewaltige Scherenfüße, von denen der eine (bald der rechte, bald der linke) kräftiger und mit plumperen Zähnen ausgestattet ist als der andere; das 2. und 3. Paar sind ebenfalls scherentragend, aber nicht stärker als die beiden letzten Beinpaare. — Der Hummer durchläuft kein Zoëastadium, sondern verläßt das Ei auf dem Mysisstadium (Fig. 313),

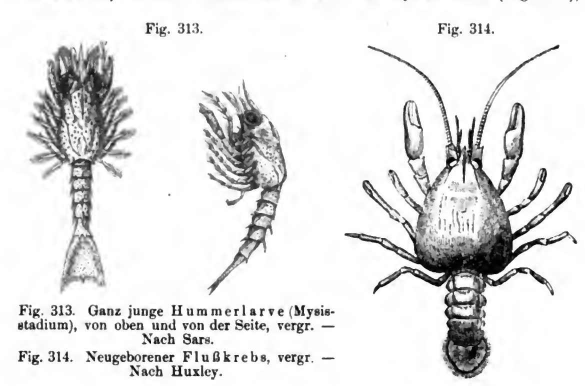


Fig. 313. Fig. 314.

Fig. 313. Ganz junge Hummerlarve (Mysisstadium), von oben und von der Seite, vergr. — Nach Sars.

Fig. 314. Neugeborener Flußkrebs, vergr. — Nach Huxley.

auf welches ein Garneelenstadium folgt; aus letzterem geht endlich der ausgebildete Hummer hervor. An den europäischen Küsten, besonders an der Küste Norwegens häufig.

2. Der Flußkrebs (*Astacus fluviatilis*) ist in den meisten Beziehungen dem Hummer ähnlich (drei Scherenfußpaare etc.), weicht aber u. a. darin von diesem ab, daß die beiden großen Scherenfüße gleich sind und daß

1) Einige Krabben, bei denen das hinterste Brustfußpaar stark abgeplattet ist, können mit diesem eine Art Schwimmbewegung ausführen.

die Geißel der Hinterantenne kürzer und schwächer ist. In bezug auf die Entwicklung verhält der Flußkrebs sich aber sehr abweichend. Wenn das Junge das Ei verläßt, ist es schon in den meisten Beziehungen dem ausgebildeten Tiere ähnlich, namentlich sind alle Brustfüße ungefähr wie bei diesem entwickelt und besitzen keinen Außenast; von den Schwanzfüßen ist jedoch das letzte Paar noch nicht vorhanden. Es geht hieraus hervor, daß der Flußkrebs kein Mysisstadium durchläuft, und soweit man weiß, ist auch von einem Garneelenstadium nicht die Rede. In der ersten Zeit halten sich die Jungen an den Schwanzfüßen der Mutter angeklammert.

3. Die Langusten (*Palinurus*) sind große, stachlige Krebse, die sich in den meisten Beziehungen dem Hummer anschließen, sich jedoch von diesem dadurch unterscheiden, daß keiner der Brustfüße (die alle ungefähr von gleicher Stärke sind) als Scherenfuß ausgebildet ist; die Hinterantennen sind mit einer besonders langen und starken Geißel ausgestattet. Eine im Mittelmeer lebende Art, *P. vulgaris*, kann dadurch einen knarrenden Laut erzeugen, daß sie die Schäfte der Hinterantennen gegen einen von der Mitte des Kopfes hervorstehenden Teil mit glatten Seitenflächen reibt. Sie verlassen das Ei auf dem Mysisstadium, als sog. Blattkrebse (*Phyllosoma*), die blattartig abgeplattet sind; das Schild, in dem man die Verästelungen der Leber sieht, ist eine flache Platte, welche nicht den ganzen Rumpf überdeckt; letzterer ist eine rundliche Scheibe, an deren Rande die langen Bewegungsgliedmaßen (der 3. Kieferfuß und die Brustfüße, mit je einem kleinen Schwimmast) angeheftet sind; der Schwanz ist ein unbedeutender Anhang.

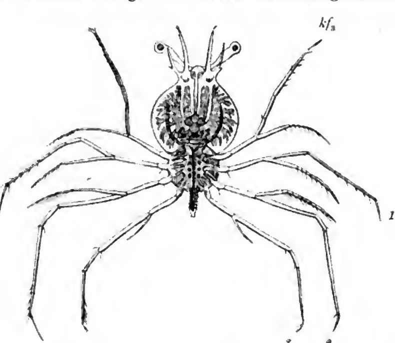
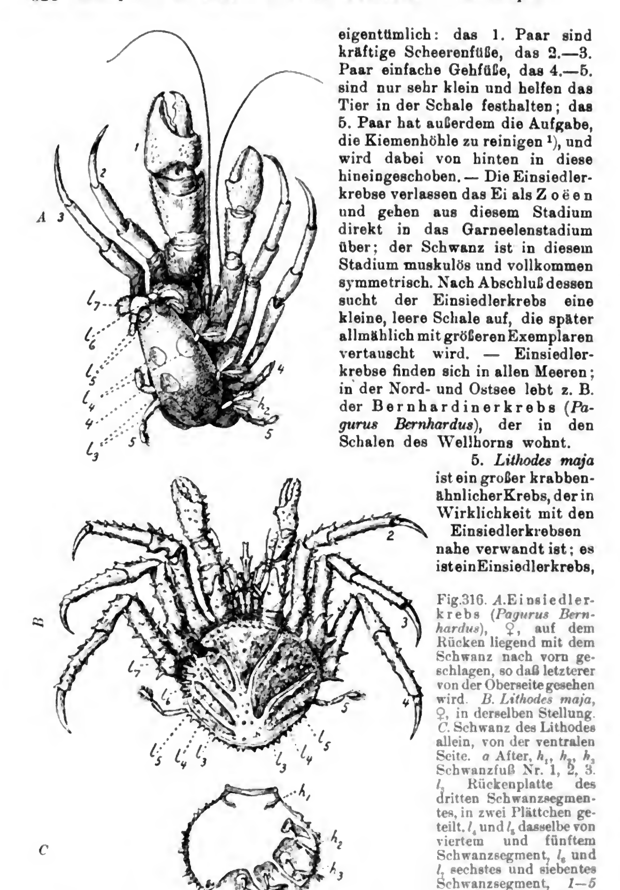


Fig. 315. Ein Blattkrebs (*Phyllosoma*), wenig vergr. kf_3 dritter Kieferfuß, *1—3* erster bis dritter Brustfuß.

4. Der Bau der Einsiedlerkrebse (*Paguridae*) ist dadurch bestimmt, daß sie ihren Körper, besonders den Schwanz, in einer leeren Schneckenschale verbergen, die das Tier mit sich herumschleppt. Der Schwanz ist ein großer weicher Sack geworden, fast ohne Muskeln, aber mit der großen Leber und den Geschlechtsdrüsen ausgefüllt; er ist immer asymmetrisch, ganz dünnhäutig, an der Rückenseite finden sich als dünne Platten, die durch große Zwischenräume geschieden sind, Spuren der Rückenteile der Schwanzsegmente. Nur die beiden letzten Segmente sind fester, das vorletzte trägt ein kleines 6. Schwanzfußpaar, das mit dem 7. Segment zusammen das Tier in der Schale festhält. Von den übrigen Schwanzfüßen sind nur die der linken Seite vorhanden. Auch die Brustfüße sind



eigentümlich: das 1. Paar sind kräftige Scheerenfüße, das 2.—3. Paar einfache Gehfüße, das 4.—5. sind nur sehr klein und helfen das Tier in der Schale festhalten; das 5. Paar hat außerdem die Aufgabe, die Kiemenhöhle zu reinigen [1]), und wird dabei von hinten in diese hineingeschoben. — Die Einsiedlerkrebse verlassen das Ei als Zoëen und gehen aus diesem Stadium direkt in das Garneelenstadium über; der Schwanz ist in diesem Stadium muskulös und vollkommen symmetrisch. Nach Abschluß dessen sucht der Einsiedlerkrebs eine kleine, leere Schale auf, die später allmählich mit größeren Exemplaren vertauscht wird. — Einsiedlerkrebse finden sich in allen Meeren; in der Nord- und Ostsee lebt z. B. der Bernhardinerkrebs (*Pagurus Bernhardus*), der in den Schalen des Wellhorns wohnt.

5. ***Lithodes maja*** ist ein großer krabbenähnlicher Krebs, der in Wirklichkeit mit den Einsiedlerkrebsen nahe verwandt ist; es ist ein Einsiedlerkrebs,

Fig. 316. *A.* Einsiedlerkrebs (*Pagurus Bernhardus*), ♀, auf dem Rücken liegend mit dem Schwanz nach vorn geschlagen, so daß letzterer von der Oberseite gesehen wird. *B. Lithodes maja*, ♀, in derselben Stellung. *C.* Schwanz des Lithodes allein, von der ventralen Seite. *a* After, h_1, h_2, h_3 Schwanzfuß Nr. 1, 2, 3. l_3 Rückenplatte des dritten Schwanzsegmentes, in zwei Plättchen geteilt. l_4 und l_5 dasselbe von viertem und fünftem Schwanzsegment, l_6 und l_7 sechstes und siebentes Schwanzsegment, *1—5* erster bis fünfter Brustfuß. — Orig.

1) Bei manchen Garneelen wird in derselben Weise das vorderste, ziemlich schwache Brustfußpaar verwendet; sie werden in die Höhle von vorn und unten hineingesteckt und putzen und fegen die Kiemen rein.

der sich daran angepaßt hat ohne Schneckenschale zu leben. Der Schwanz, der unter den Rumpf eingeschlagen ist, ist kurz, sackförmig, asymmetrisch (besonders beim Weibchen), fast muskellos, enthält die Leber etc.; er ist auf der Ventralseite weich, auf der Rückenseite dagegen mit mehreren großen, unregelmäßigen, verkalkten Platten versehen, die nach ihrer Anordnung den dünnen Platten am Schwanz der Einsiedlerkrebse entsprechen. Beim Männchen fehlen Schwanzfüße völlig, beim Weibchen sind nur die der linken Seite des 2.—5. Segments vorhanden, ganz wie bei den Einsiedlerkrebsen[1]); das 6. Paar (der Fächer) fehlt. Das Schild ist breit, stachelig, das vorderste Brustfußpaar sind Scherenfüße, die drei folgenden kräftige Gehfüße, das letzte Paar Putzfüße, die in der Kiemenhöhle versteckt sind. In den nordischen Meeren, z. B. an den dänischen Küsten.

6. Als Krabben[2]) (*Brachyura*) bezeichnet man eine aus vielen Gattungen und sehr zahlreichen Arten bestehende Abteilung der Decapoden, bei denen einerseits die Ausbildung der Brustfüße als Gehwerkzeuge, andererseits die Reduktion des Schwanzes am weitesten durchgeführt ist. Der Körper (vergl. Fig. 288, S. 302) ist breit (die Kopf-Rumpf-Partie häufig breiter als lang), der Schwanz stark abgeplattet, kurz und schwach und auf die Bauchseite des Rumpfes umgeschlagen, beim Weibchen breiter als beim Männchen. Die Antennen sind kurz, Hinterantennen ohne Außenast, letztes Kieferfußpaar abgeplattet, bedeckt die übrigen Mundfüße wie eine Flügeltür. Nur das 1. Brustfußpaar sind Scherenfüße, die übrigen starke Gangbeine. Das 6. Schwanzfußpaar (Schwanzfächer) fehlt; beim Weibchen tragen das 2.—5. Schwanzfußpaar die Eier (das 1. Paar fehlt in der Regel), beim Männchen sind meistens nur die als Begattungswerkzeuge ausgebildeten Schwanzfüße (1.—2. Paar) vorhanden. — Die Krabben verlassen das Ei als Zoëen, den 1. und 2. Kieferfuß als Schwimmwerkzeuge ausgebildet (das 3. Paar entwickelt sich nicht in dieser Weise); auf dem kurzen Schild der Krabben-Zoëen sind oft lange Stacheln vorhanden. Ein Mysisstadium haben sie nicht, dagegen durchlaufen sie ein Garneelenstadium

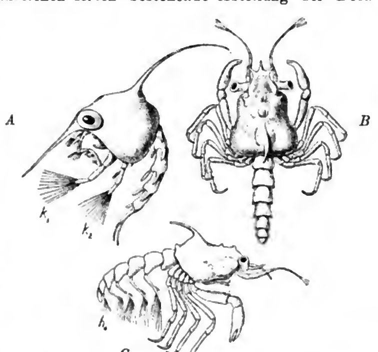


Fig 317. *A* Zoëa einer Krabbe, *B—C* Garneelenstadium derselben von oben und von der Seite, vergr. h_6 sechster Schwanzfuß, k_1, k_2 erster und zweiter Kieferfuß. — Nach Rathke.

1) Am 1. Schwanzsegment findet sich beim Weibchen ein Paar ganz kleine Füßchen, was auch bei einzelnen Einsiedlerkrebsen der Fall sein kann.

2) Der Name „Krabben" wird übrigens auch an manchen Orten für Garneelen verwendet.

(das sog. Megalopsstadium), in dem die junge Krabbe zwar in den meisten Beziehungen dem ausgebildeten Tiere ähnlich ist, aber einen kräftigeren, nach hinten gerichteten Schwanz besitzt, der mit Füßen ausgestattet ist, die als Schwimmwerkzeuge fungieren. Endlich werden Schwanz und Schwanzfüße reduziert, der Schwanz umgeschlagen, und die Krabbe ist fortan ein kriechendes Tier. — An den Küsten der Nord- und Ostsee (und anderer europäischer Meere) lebt, schon dicht am Strande, in großer Anzahl die Strandkrabbe (*Carcinus maenas*), ebenso wie andere Krabben ein lebhaftes, schlaues Raubtier, das sich, wenn es angegriffen wird, mutig wehrt. In der Nordsee lebt auf tieferem Wasser der große, dickschalige, sehr breite Taschenkrebs (*Cancer pagurus*). Beide werden gegessen.

7. Ordnung. **Stomatopoda, Heuschreckenkrebse.**

Die Stomatopoden sind Malacostraken mit großen Stielaugen, mit Schild und kräftigem Schwanz. Das Schild ist jedoch ziemlich klein, und die vier hinteren Rumpfsegmente sind frei, beweglich, kräftig ausgebildet und nicht vom Schilde überdeckt. Der Schwanz ist stark, fast gerade, mit den gewöhnlichen 6 Fußpaaren ausgestattet, von denen

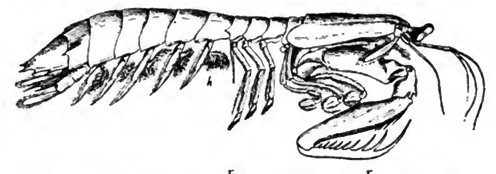


Fig. 318. *Squilla.* *k* Kieme, r_2 zweiter, r_8 achter Rumpffuß.

das hinterste mit dem 7. Schwanzsegment zusammen den Schwanzfächer bildet, während die übrigen 5 Paare alle kräftig ausgebildete, paarweise zusammengehakte Schwimmfüße sind, die auf ihrem äußeren Blatt je eine große, verästelte Kieme tragen. Von den 8 Rumpffußpaaren sind die 5 vorderen sämtlich Greiffüße, deren äußerstes Glied gegen das vorletzte eingeschlagen werden kann, das zweite Paar ist besonders stark entwickelt. Die drei letzten Rumpffußpaare sind schwache Gehfüße. — Die Stomatopoden, die ihre Eier nicht mit sich umhertragen, durchlaufen eine Metamorphose, deren erste Stufen nicht genau bekannt sind. Weiter entwickelte Larven von recht ansehnlicher Größe, zart und durchsichtig, aber im übrigen von einem Baue, der in der Hauptsache dem des erwachsenen Tieres entspricht, gehören zu den charakteristischsten Bestandteilen des pelagischen Tierlebens.

Die Gruppe, die nur verhältnismäßig wenige und ziemlich gleichgebildete Formen umfaßt, gehört den wärmeren Meeren an. Eine ansehnliche Art, *Squilla mantis,* ist im Mittelmeer häufig.

2. Klasse. **Myriopoda, Tausendfüßler.**

Der vielgliedrige, in der Regel langgestreckte Körper ist von einer unverkalkten oder verkalkten Chitinhaut umgeben. Der Kopf ist deut-

lich vom übrigen Körper abgegrenzt. Die Seitenaugen sind gewöhnlich durch eine Gruppe getrennter Punktaugen, seltener durch zusammengesetzte (ungestielte) Augen vertreten. Das Stirnauge fehlt. Der Kopf trägt ferner ein Paar Antennen, die einfach fadenförmig oder schwach gekeult sind, und die drei gewöhnlichen Kieferpaare (von denen eins fehlen kann). Der übrige Körper ist nicht in mehrere Abschnitte geteilt, sondern besteht aus einer meistens großen Anzahl der Hauptsache nach gleichartiger Segmente, die kurze zylindrische Beine tragen, jedes aus einer einfachen Reihe von Gliedern (6—7) zusammengesetzt. In ihrem inneren Bau sind die Myriopoden den Insecten ähnlich. Der Darmkanal ist meistens gerade und zerfällt in eine engere Speiseröhre, einen zylindrischen Mitteldarm (Chylusdarm) und einen engeren Enddarm; dicht am Munde öffnen sich einige Speicheldrüsen, in

Fig. 319. Scolopender. Fig. 320. Diplopod. Beide Orig.



Fig. 321. Darmkanal von *Lithobius* aus der Ordnung der Scolopender. *a* After, *e* Enddarm, *h* Malpighisches Gefäß, *m* Mitteldarm, *s* Speicheldrüse, *v* Speiseröhre. — Nach Plateau.

den Enddarm münden vorn 2 (seltener 4) Harnkanäle (Malpighische Gefäße, vergl. die Insecten)[1]; der After befindet sich im letzten Segment. Eine Leber fehlt. Das Herz ist ein auf der Rückenseite befindlicher langer Schlauch mit paarigen Seitenspalten, durch die das Blut eintritt; vom vorderen Ende (und von den Seiten) gehen Arterien aus, während das Blut sich im übrigen in den Spalten und Hohlräumen des Körpers bewegt. Die Myriopoden besitzen ebenso wie die Insecten ein System luftführender Röhren, ein Tracheensystem, das sich im Körper verzweigt und durch Stigmen öffnet, die sich meistens am Grunde einiger der Beinpaare befinden[2]. Das Nervensystem zeigt den für die Arthropoden ge-

1) Die Malpighischen Gefäße sind nicht die einzigen Excretionsorgane der Myriopoden; bei den Diplopoden münden am hinteren Kieferpaar ein Paar Drüsen, welche ebenfalls excretorisch sind (vergl. die Kieferdrüsen der Crustaceen).

2) Bei den Diplopoden und bei gewissen Scolopendern sind die von je einem Stigma ausgehenden Tracheen vollständig von den übrigen getrennt; bei anderen Scolopendern verbinden sie sich dagegen miteinander (vergl. die Insecten).

wöhnlichen Typus; die Bauchganglien sind meistens gleichartig ausgebildet, der gleichartigen Entwicklung der Körpersegmente entsprechend. Die Eierstöcke sind ebenso wie auch die Hoden im allgemeinen zu einem unpaaren Organ verschmolzen, das bei den Scolopendern mit einer unpaaren Oeffnung unten am hinteren Ende des Körpers vor dem After mündet, während bei den Diplopoden ein Paar Geschlechtsöffnungen zwischen dem 2. und 3. Beinpaare vorhanden ist, also weit vorn auf der Bauchseite des Körpers. Bei den meisten Diplopoden sind die am 7. Segment sitzenden Beine des Männchens zu Begattungswerkzeugen umgebildet, die vor der Begattung mit Samen gefüllt und nachher in die Geschlechtsöffnungen des Weibchens eingeführt werden[1]).

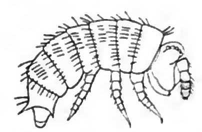


Fig. 322. Neugeborene Larve eines Diplopoden. — Nach Metschnikoff.

Von den meisten Diplopoden (z. B. *Julus*) werden die Eier klumpenweise an irgend einen Gegenstand abgelegt und von einer aus Erde und einem Drüsensecret gebildeten Wölbung überdeckt, die oben mit einem Loch versehen ist. (*Glomeris* dagegen umgibt jedes Ei mit einer kugeligen Erdhülle.)

Bei den Diplopoden hat das neugeborene Junge eine geringere Segmentzahl und ist meistens nur mit 3 Beinpaaren ausgestattet (dasjenige von *Julus* ist sogar noch ganz gliedmaßenlos). Einige Scolopender besitzen, wenn sie das Ei verlassen, nur 7 Beinpaare, während andere bei der Geburt die vollständige Zahl haben.

Die Myriopoden bilden eine verhältnismäßig kleine Abteilung, deren Mitglieder ohne Ausnahme Landbewohner sind; sie leben an feuchten, schattigen Stellen, unter Laub, in der Erde etc.

Die Myriopoden stehen der folgenden großen Klasse, den Insecten, in den meisten Punkten so nahe, daß es vielleicht das Richtigste sein würde, sie diesen einzuverleiben. Wenn wir sie hier als besondere Klasse aufführen, so geschieht das, weil sie immerhin in gewissen Beziehungen Eigentümlichkeiten darbieten, die sie unter den Insecten als etwas Fremdartiges erscheinen lassen und die Abrundung jener Klasse beeinträchtigen würden.

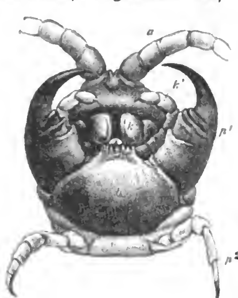


Fig. 323. Kopf und vorderste Rumpfsegmente eines Scolopenders, von unten. *a* Antenne (größtenteils abgeschnitten), *k* Mittelkiefer (zum großen Teil verdeckt), *k'* Taster des Hinterkiefers, p^1 vorderstes Beinpaar, *b* verwachsene Grundglieder desselben, p^2 zweites Beinpaar. — Orig.

1. Ordnung. Chilopoda, Scolopender.

Der Kopf ist abgeplattet und trägt drei Kieferpaare; das Grundglied des Hinterkiefers ist mit dem der anderen Seite verwachsen, während die übrigen Glieder einen Taster bilden. Der übrige

1) Bei der zu den Diplopoden gehörigen Gattung *Glomeris* ist dagegen das hinterste Beinpaar zu Begattungswerkzeugen ausgebildet.

Körper, der oft aus einer sehr großen Anzahl von Segmenten besteht, ist oben und unten abgeplattet; die Beine entspringen weit voneinander entfernt (Fig. 324, 1), an den weichen Seitenteilen der Segmente, an jedem Segment ein Paar. Das vorderste Paar Beine ist von den übrigen sehr abweichend gestaltet: es ist sehr kräftig entwickelt und bildet ein Paar plumpe, hakenförmige Werkzeuge, an denen dicht vor der Spitze die Oeffnung einer Giftdrüse sich befindet (die Gifthaken). — Wie oben bemerkt, münden die Geschlechtsorgane am Hinterende.

Die Scolopender, von denen mehrere Arten leuchten, sind lebhafte Raubtiere, die ihre Beute mit den Gifthaken töten. In den Ländern der gemäßigten Zone leben nur ziemlich kleine Arten; eine bedeutendere Größe (etwa bis Fußlänge) erreichen sie in den Tropen.

2. Ordnung. **Chilognatha** oder **Diplopoda.**

Mit nur zwei Kieferpaaren, die gewöhnlich als Vorder- und Mittelkiefer gedeutet werden. Der Bau des Rumpfes ist sehr eigentümlich. Während die zwei Beine jedes Paares bei den Scolopendern weit voneinander entspringen, durch eine breite Bauchplatte getrennt, sind sie hier dicht nebeneinander auf der Unterseite eingelenkt; ferner tragen merkwürdigerweise die allermeisten Segmente je zwei Beinpaare; die zunächst auf den Kopf folgenden vier Segmente besitzen jedoch nur ein Beinpaar (eins davon ist sogar gliedmaßenlos). Die Form der Segmente ist verschieden; bei einigen (Fig. 324, 2) sind sie vollkommen zylindrisch, bei anderen ist jedes Segment ebenfalls ein kurzer Zylinder, der aber jederseits einen kurzen, nach außen gerichteten Fortsatz be-

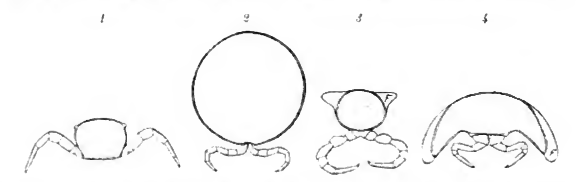


Fig. 324. Querschnitte: *1* von einem Scolopender, *2—4* von verschiedenen Diplopoden, (*2 Julus*, *4 Glomeris*), *F* seitlicher Fortsatz. — Orig.

sitzt, was dem Körper ein mehr abgeplattetes Aussehen verleiht (3); wieder bei anderen ist der Körper wirklich abgeplattet mit konvexer Ober- und konkaver Unterseite (4). Die Beine sind schwach und dünn und nach außen gerichtet; sie sind in der Hauptsache (abgesehen von denen, welche beim Männchen als Begattungswerkzeuge fungieren, vergleiche oben) alle gleichgebildet. Daß die Diplopoden die Geschlechtsöffnungen vorn am Körper haben und Begattungsgliedmaßen besitzen, ist schon oben hervorgehoben.

Die Diplopoden sind langsame Tiere, die sich hauptsächlich von verwesenden oder weichen Pflanzenteilen und tierischen Ueberresten ernähren. Sie rollen sich bei der Berührung spiralig zusammen.

Von den in Nord- und Mitteleuropa vorkommenden Formen (die alle

klein sind) führen wir an: *Julus* (Fig. 320) mit zylindrischem, gestrecktem Körper; *Glomeris* mit halbzylindrischem, kurzem, aus einer ziemlich geringen Gliederzahl zusammengesetzten Körper (asselähnlich).

3. Klasse. Insecta, Insecten.

Der Körper der Insecten zerfällt in drei Abschnitte: Kopf, Brust und Hinterleib. Der Kopf ist scharf von der Brust gesondert, oft teilweise von einer hervorragenden Kante des vordersten Brustsegments bedeckt; er ist gewöhnlich sehr beweglich. Die Seitenaugen sind

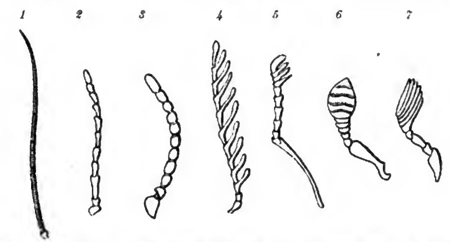


Fig. 325. **Antennen verschiedener Insecten.** *1* borstenförmig, *2* fadenförmig, *3* perlschnurförmig, *4* kammförmig, *5—7* keulenförmig (*5* gebrochen, *7* mit Blätterkeule). — Nach Judeich u. Nitsche.

ungestielt, gewöhnlich aus je einer sehr großen Anzahl kleiner Augen zusammengesetzt, von 20 bis viele Tausend. Sie nehmen bei vielen Insecten einen sehr großen oder sogar den größten Teil des Kopfes ein (letzteres z. B. bei vielen Zweiflüglern, Fig. 348); ihr Umkreis ist bei der Mehrzahl annähernd kreisrund, oft jedoch nierenförmig etc. Selten sind sie durch je eine kleine Gruppe von Punktaugen [1]) (so bei den Springschwänzen) oder gar durch ein einziges Punktauge jederseits ersetzt (Flöhe, Läuse). Bei manchen Insecten findet sich außerdem ein Stirnauge, vertreten durch eine Gruppe von 1—3 getrennten Einzelaugen auf der Mitte des Kopfes [2]). Am Kopfe entspringt ein Paar Antennen oder Fühler [3]), die entweder aus einer beschränkten Anzahl wohlentwickelter Glieder, oder aus einer großen Anzahl sehr kurzer bestehen. Die Form der Antennen ist äußerst verschieden (Fig. 325): sie sind bald — die einfachste Form — faden- oder borstenförmig, bald perlschnurförmig (die Glieder stark eingeschnürt, wo sie sich miteinander verbinden), kammförmig (die

1) Wir reden hier nur von den erwachsenen Insecten; über die Verhältnisse der Insectenlarven vergl. unten.

2) Sie fehlen bei fast allen Käfern.

3) Die Antennen der Insecten entsprechen den Vorderantennen der Crustaceen. Beim Embryo der niedersten Insecten (Thysanuren und Poduren) hat man Anlagen zu einem zweiten Antennenpaar hinter jenen gefunden (also den Hinterantennen der Crustaceen entsprechend), und bei einigen der betreffenden Insecten sind auch noch beim ausgebildeten Tiere Rudimente hiervon vorhanden.

Glieder einer- oder beiderseits in Fortsätze ausgezogen), keulenförmig (die Spitze der Antenne angeschwollen) etc.

Der Kopf trägt ferner die Mundöffnung und die dieselbe umgebenden Mundteile. Diese bieten bei den Insecten die mannigfaltigste und verschiedenartigste Entwicklung dar; trotzdem läßt sich der innigste Zusammenhang der Mundteile der verschiedenen Insecten nachweisen. Das einfachste und ursprünglichste Verhalten bieten die beißenden Mundteile dar, die man bei den Thysanuren, Orthopteren, Käfern, Neuropteren und Hymenopteren findet. Bei diesen Insectengruppen sind folgende Mundteile vorhanden: eine Oberlippe und je ein Paar Vorder-, Mittel- und Hinterkiefer. Die Oberlippe ist eine bewegliche, breite, unpaare Platte, die vor der Mundöffnung gelegen ist. Hinter der Oberlippe sitzen die Vorderkiefer (Oberkiefer), die der Hauptsache nach denen der Crustaceen ähnlich sind; der Taster fehlt jedoch immer, so daß jeder Vorderkiefer aus einem einzigen, ungegliederten Stück besteht, das nach innen (nach der Mittellinie zu) und nach außen bewegt werden kann; innen besitzt er einen schneidenden Rand und am Grunde einen gefurchten oder höckerigen Mahlzahn, welch letzterer am besten bei Pflanzenfressern entwickelt ist, während ersterer bei Raubinsecten am stärksten ausgebildet ist. Die Mittelkiefer (meistens als Unterkiefer bezeichnet) bestehen gewöhnlich aus 6—8 Gliedern; von diesen ist das Basalglied, die Angel (*Cardo*), kurz, das zweite Glied, der Schaft (*Stipes*), dagegen groß und vorn in zwei große Lappen oder Laden, die innere und äußere Kaulade, verlängert, davon die erstere an ihrem inneren Rande gewöhnlich mit steifen Borsten oder Stacheln versehen; die äußere Lade ist bei einzelnen Formen zweigliedrig; zuweilen ist nur eine Lade vorhanden. Der übrige Teil des Mittelkiefers bildet einen nach außen gebogenen gegliederten Taster, Kiefertaster genannt. Die Funktion des Mittelkiefers besteht hauptsächlich darin, die Nahrung festzuhalten und zu betasten, während die Vorderkiefer sie zerkleinern; zuweilen nehmen jedoch auch die Mittelkiefer an letzterer Aufgabe teil.

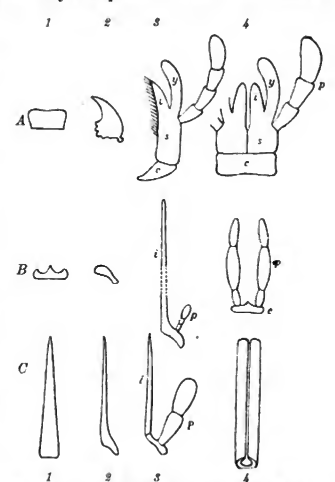


Fig. 326. Schematische Abbildungen der Mundteile verschiedener Insecten. *A* eines Insects mit beißenden Mundteilen, *B* eines Schmetterlings, *C* eines Zweiflüglers. *1* Oberlippe, *2* Vorderkiefer, *3* Mittelkiefer, *4* Unterlippe. *c* Angel, *i* innere Kaulade, *p* Taster, *s* Schaft, *y* äußere Kaulade. — Orig.

Die Hinterkiefer sind in ihrer Zusammensetzung den Mittelkiefern ähnlich, unterscheiden sich jedoch von diesen dadurch, daß sie in ihrem proximalen Abschntt miteinander verwachsen sind: die beiden Angeln sind immer zu einer unpaaren Platte, dem Kinn (*Mentum*), verschmolzen, ebenso wie auch die Schäfte (die häufig rückgebildet

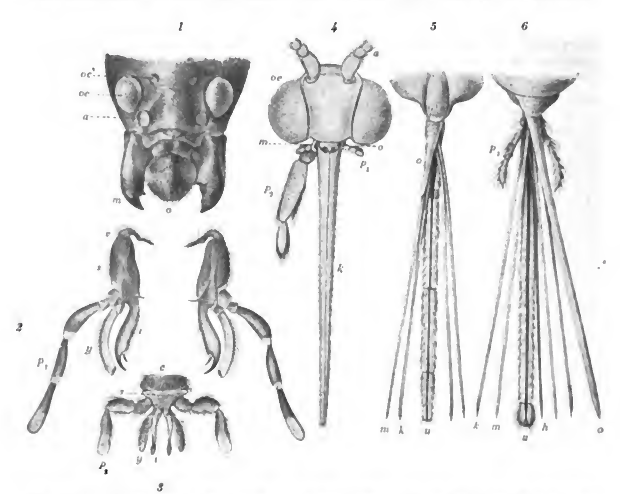


Fig. 327. *1* Vorderende des Kopfes von einem Insect mit beißenden Mundteilen (Werre); man sieht die Oberlippe und die Vorderkiefer; die Mittelkiefer, die man sonst unter diesen hervorragen sieht, sind weggenommen. *2* Mittelkiefer desselben. *3* Hinterkiefer (Unterlippe) desselben. *4* Kopf eines Schmetterlings (ein wenig schematisiert); der linke Vorderkiefer und der linke Lippentaster sind weggenommen. *5* vorderer Teil des Kopfes einer Wanze, derartig gepreßt, daß Vorder- und Mittelkiefer aus dem Unterlippenrohr ausgetreten sind. *6* dasselbe von einer Mücke, in ähnlicher Weise behandelt.

a Antenne (oder in *1* die Stelle, wo sie gesessen hat), *c* Angel, *h* Hypopharynx, *i* innere Kaulade, *k* Mittelkiefer, *m* Vorderkiefer, *o* Oberlippe, *oc* Seitenauge, *oc'* Stirnauge, p_1 Mittelkiefertaster, p_2 Lippentaster, *s* Schaft, *u* Unterlippe, *y* außere Kaulade. *1—4* Orig., *5—6* nach Muhr.

sind) mehr oder weniger vollständig verwachsen und die Laden oft in Vergleich mit denen der Mittelkiefer umgeformt sind; die Taster verhalten sich wie an den Mittelkiefern. Die Hinterkiefer der Insecten werden gewöhnlich mit dem Namen Unterlippe, ihre Taster als Lippentaster, die Laden als Zunge und Nebenzunge bezeichnet. Manchmal (z. B. bei manchen Käfern) besteht die Unterlippe wesentlich nur aus dem Kinn und den Tastern. Mit der Unterlippe der Crustaceen darf dieser Teil natürlich nicht verglichen werden; ebenso

wie die Vorder- und Mittelkiefer ist die Unterlippe der Insecten ein Gliedmaßenpaar, den Hinterkiefern der Crustaceen entsprechend, während die Unterlippe der letzteren eine Hautfalte ist, die bei den Insecten fehlt. Die Unterlippe bildet übrigens bei den Insecten die hintere Begrenzung des Mundes, wie die Oberlippe die vordere.

Bei den mit saugenden Mundteilen ausgestatteten Insecten finden wir dieselben Elemente, aber in verschiedener Weise den veränderten Aufgaben entsprechend umgeformt. Bei verschiedenen saugenden Insecten findet man verschiedene Typen saugender Mundteile, die unabhängig voneinander aus dem beißenden Typus entstanden sind: bei den Schmetterlingen einen Typus, bei den Dipteren einen anderen usw. Bei den Schmetterlingen (Fig. 326 *B*, Fig. 327, 4) ist die Oberlippe eine kurze, breite Platte ohne weitere Bedeutung; die Oberkiefer sind rudimentär oder fehlen. Dagegen sind die Mittelkiefer mächtig entwickelt: sie besitzen allerdings jeder nur eine Lade, diese aber ist verlängert und halbrinnenförmig, an ihrer nach innen gewendeten Seite ausgehöhlt und mit der der anderen Seite derartig zusammengefalzt, daß beide Laden zusammen eine längere, nur an den Enden offene Röhre bilden: diese Röhre ist das Saugwerkzeug, der Rüsssel, des Schmetterlings. Die Mittelkiefertaster sind schwach, aber vorhanden. Der unpaare Teil der Unterlippe ist schwach entwickelt, dagegen sind ihre Taster große, behaarte Klappen, die den in der Ruhe spiralig aufgerollten Rüssel zwischen sich fassen. — Bei den Rhynchoten (Wanzen und Cicaden, Fig. 327, 5) ist das Saugrohr ebenfalls von den Mittelkiefern gebildet, die in Form zweier zusammengedrückter Klingen ohne Taster auftreten; an ihrer inneren Fläche ist jede Klinge mit zwei Rinnen versehen, und sie sind derart zusammengelegt und zusammengefalzt, daß die Rinnen beider Klingen zusammen zwei Röhren bilden, eine obere und eine untere; durch die obere Röhre, welche die weitere ist, wird die Flüssigkeit in den Mund eingesogen; durch die untere, der sich hinten (proximal) die Oeffnung des Ausführungsganges der Speicheldrüsen anschließt, wird der Speichel in die Nahrung hineingeleitet (der Speichel wird somit der Nahrung beigemischt, ehe diese von dem Tiere aufgesogen wird). An den Seiten der Mittelkiefer liegen zwei andere dolchförmige Werkzeuge, die um-

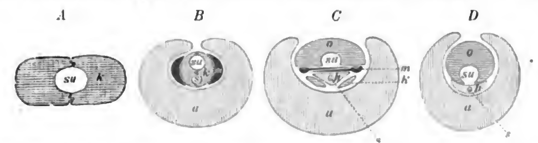


Fig. 328. Schematische Querschnitte des Rüssels von: *A* Schmetterling, *B* Rhynchote, *C Tabanus* (Bremse), *D Musca* (einem Zweiflügler, dem Vorderkiefer und Mittelkieferladen fehlen). *h* Hypopharynx, *k* Mittelkiefer, *m* Vorderkiefer, *o* Oberlippe, *s* Speichelkanal, *su* die Saugröhre, durch welche die Flüssigkeit in den Mund hinauf steigt, *u* Unterlippe.

gebildeten Vorderkiefer, die ebenso wie die Mittelkiefer zugespitzt und dazu geeignet sind, als Stechwerkzeuge zu fungieren; beide Paare sind in tiefe Gruben eingefügt und können nach vorn geschoben und wieder zurückgeschoben werden. Die Unterlippe ist tasterlos, ge-

streckt, 3—4gliedrig, oben tief rinnenförmig ausgehöhlt und umschließt als eine Scheide Vorder- und Mittelkiefer. Diese Scheide ist oben offen, die Oeffnung übrigens im größten Teile ihrer Länge eine bloße Spalte; nur am Grunde ist die Scheide oben weiter offen, die Oeffnung wird aber hier von der dreieckigen Oberlippe bedeckt. Die Unterlippe ist also nur ein Futteral für die eigentliche von den Mittelkiefern gebildete Saugröhre. — Die Dipteren bieten folgende Verhältnisse dar. Bei der vollständigsten Ausbildung der Mundteile (z. B. bei Stechmücken und Bremsen [*Tabanus*], Fig. 327, 6, Fig. 328 *C—D*) finden wir eine Oberlippe von ansehnlicher Länge, die auf ihrer Unterseite stark rinnenförmig ausgehöhlt ist; unter ihr liegen die abgeplatteten, degenartig verlängerten Vorderkiefer und darunter wieder ein unpaarer, schmaler, abgeplatteter Teil, der Hypopharynx, der hinten von der Unterlippe entspringt: der Ausführungsgang der Speicheldrüsen durchzieht den Hypopharynx und mündet an dessen Spitze. Die Saugröhre wird bei einigen (Fig. 328 *C*) gebildet von der Oberlippe und den Vorderkiefern gemeinschaftlich; bei anderen (z. B. der Stechmücke) sind die Vorderkiefer seitlich gerückt, und die Saugröhre wird dann von der Oberlippe und Hypopharynx gebildet. Neben letzterem liegen die Mittelkiefer, die ebenso wie die Vorderkiefer lange, schmale, klingenförmige Stech- oder Schneidewerkzeuge sind; von der Basis des Mittelkiefers entspringt ein großer Taster. Sämtliche genannten Teile sind von der langen, rinnenförmig ausgehöhlten, tasterlosen Unterlippe umschlossen, die ähnlich wie bei den Rhynchoten nur ein Futteral für die übrigen Mundteile bildet; nur die Kiefertaster sind nicht mit von der Unterlippe umschlossen, sondern ragen an der Basis frei hervor. — Bei anderen Dipteren (z. B. der Stubenfliege, Fig. 328 *D*) fehlen Vorder- und Mittelkiefer (mit Ausnahme des Grundteiles der letzteren mit dem Taster); bei solchen verschließt der Hypopharynx die Oberlippenrinne von unten. — Bei den Hymenopteren (deren Mehrzahl einfache beißende Mundteile besitzt) sind zuweilen, z. B. bei der Biene, die Mundwerkzeuge zugleich beißend und saugend: die Vorderkiefer sind kräftige Beißwerkzeuge, während Mittelkiefer und Unterlippe zusammen eine eigentümliche Saugröhre bilden.

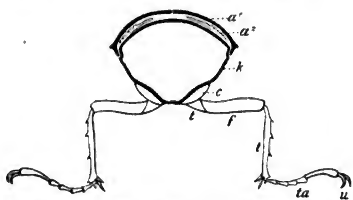


Fig. 329. Querschnitt durch die Brust eines Käfers, Schema. a^1 Vorderflügel (Flügeldecke), a^2 Hinterflügel, *c* Hüfte, *f* Schenkel, *k* Leibeswand, *t* (oben) Schenkelring, *t* (unten) Schiene, *ta* Fuß, *u* Krallen. — Orig.

Die Brust ist aus drei Segmenten zusammengesetzt: Vorder-, Mittel- und Hinterbrust (*Pro-*, *Meso-*, *Metathorax*). Meistens sind die beiden hinteren miteinander unbeweglich verbunden, während die Vorderbrust frei beweglich ist; in anderen Fällen sind alle drei Segmente unbeweglich verbunden. Jedes von ihnen trägt ein Paar Beine (als Vorder-, resp. Mittel- und Hinterbeine bezeichnet), die aus folgenden Gliedern bestehen: Hüfte (*Coxa*), Schenkelring (*Trochanter*),

Schenkel (*Femur*), Schiene (*Tibia*) und dem gewöhnlich mehrgliedrigen Fuß (*Tarsus*). Die Hüfte und der Schenkelring sind meistens kurz, der Schenkel und die Schiene dagegen fast immer gestreckt, ersterer dicker als letztere; am unteren Ende der Schiene ist häufig ein Paar beweglicher Dornen (die Sporen) eingelenkt. Der Fuß besteht bei sehr vielen Insecten aus fünf Gliedern (bei anderen aus einer geringeren Anzahl) und trägt an seiner Spitze meistens zwei bewegliche Haken, die Krallen. Die Beine der Insecten sind wesentlich Gehwerkzeuge, Gangbeine; während des Ganges ruht das Tier auf der Unterseite des Fußes, die oft filzig ist; das distale Ende des Schenkels ist nach außen (Fig. 329), das der Schiene nach unten, die Spitze des Fußes nach außen gerichtet (an den Vorderbeinen hat der Fuß außerdem noch eine Richtung nach vorn, an den Hinterbeinen nach hinten). Bei manchen Insecten haben die Beine oder einige von ihnen außer der genannten Funktion noch andere: so dienen z. B. die Vorderbeine des Maikäfers nicht allein als Gehwerkzeuge, sondern auch zum Graben; bei anderen sind die Beine zum Zweck der Nebenfunktion so einseitig ausgebildet, daß die ursprüngliche Hauptfunktion ganz in den Hintergrund tritt: die Vorderbeine der Maulwurfsgrille sind z. B. fast nur Grabwerkzeuge, dasselbe Beinpaar beim Wasserscorpion Fangwerkzeuge; die Hinterbeine der Heuschrecken bilden hauptsächlich einen Springapparat, bei den Schwimmkäfern sind sie ausgeprägte Schwimmwerkzeuge.

Die Brust trägt außerdem in der Regel zwei Paar Flügel, die oben von der Seite des Tieres, von der Mittel- resp. Hinterbrust entspringen. Jeder Flügel ist eine große, plattenförmige Hautausstülpung, die anfänglich dieselben Schichten wie die übrige Haut besitzt, d. h. der Flügel ist auf beiden Seiten mit einer Chitinschicht (der Cuticula) bekleidet, nach innen von dieser befindet sich auf beiden Seiten eine Epidermisschicht, und zwischen den beiden Epidermisschichten laufen Tracheen, Nerven etc. Wenn der Flügel aber fertig ausgebildet ist, schwinden bei manchen Insecten die weichen Teile zwischen den beiden Chitinlamellen, so daß der Flügel dann fast allein aus den zwei dicht zusammengeklappten Chitinblättern besteht[1]). Die Flügel, die mit der Brust beweglich verbunden sind, sind im allgemeinen dünne, durchsichtige Platten, in denen ein Netz von etwas dickeren, fester chitinisierten (und dunkleren) Rippen vorhanden ist. Gewöhnlich sind die Flügel scheinbar unbehaart, in der Tat sind aber nicht selten ziemlich zahlreiche zerstreute Haare, seltener eine dichte Bekleidung von platten schuppenförmigen Haaren (Schmetterlinge) vorhanden. Die Vorder- und Hinterflügel sind manchmal fast völlig gleich, auch was die Größe betrifft (z. B. bei gewissen Libellen), weit häufiger sind sie aber mehr oder weniger verschieden, von ungleicher Form, Größe (bald sind die Vorder-, bald die Hinterflügel die größeren) etc. Während des Fluges sind die Flügel seitlich gerichtet, in der Ruhe dagegen in der Regel mehr oder weniger nach hinten, so daß sie den Hinterleib bedecken: dabei liegen die Vorderflügel über den Hinterflügeln, die in der Ruhe oftmals fächerförmig gefaltet sind[2]). Im Anschluß hieran finden wir bei manchen Insecten (Heuschrecken, Käfer u. a.), daß die Vorderflügel

1) Jedoch nicht bei allen; bei den Schmetterlingen z. B. bleiben die Weichteile zwischen den zwei Chitinblättern erhalten.

2) Selten werden dagegen die Vorderflügel in der Ruhe gefaltet.

zu Flügeldecken ausgebildet sind: sie sind dicker und steifer geworden und haben wesentlich oder ausschließlich die Aufgabe, die Hinterflügel während der Ruhe zu bedecken und zu schützen, während ihre Bedeutung für den Flug zurücktritt; unter ihnen liegen die meistens großen Hinterflügel fächerförmig oder zugleich quer zusammengefaltet. Die höchste Entwicklung erreichen die Flügeldecken bei den Käfern (Fig. 329), bei denen sie nicht nur vorzüglich geeignet sind, eine schützende Decke für die dünnen Hinterflügel zu bilden, sondern auch, indem der innere Rand gerade ist und sich dem des anderen Flügels eng anschließt und der äußere sich dicht an den Seitenrand des Körpers legt, eine Decke für die Oberseite des Hinterkörpers abzugeben, die bei diesen Tieren weicher als die Unterseite ist; und wir finden denn auch, daß die nicht wenigen Käfer, die keine oder rudimentäre Hinterflügel besitzen, trotzdem in der Regel vollkommen entwickelte Vorderflügel haben. — Eine andere Umbildung eines Flügelpaares findet man bei den Dipteren, deren Hinterflügel als kleine, keulenförmige Anhänge, Schwingkolben (Halteren), entwickelt sind, die wahrscheinlich mittelst der in ihnen vorhandenen Sinneszellen als statische Organe fungieren. — Bei einer Anzahl Insecten verschiedener Gruppen sind die Flügel rudimentär oder fehlen ganz; viele davon sind Schmarotzer.

Die Bewegung der Flügel findet gewöhnlich wesentlich in folgender Weise statt (Fig. 330). Die Basis der Flügel ist zwischen der chitinigen Rücken- und Bauchwand, die beweglich verbunden sind, etwas eingesenkt. Durch die Kontraktion von Muskeln, die von der Rücken- zur Bauchwand

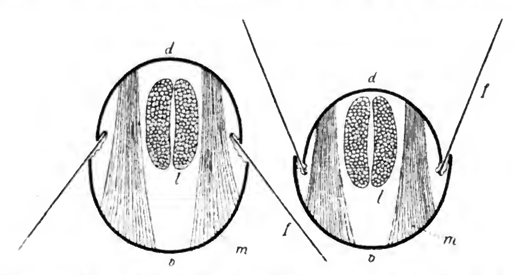


Fig. 330. Schematische Querschnitte durch die Brust eines Insects, um die Art, in welcher die Flügel gehoben werden, zu erläutern. *d* dorsale Wand, *f* Flügel, *l* Längsmuskeln; *m* Muskel, der von *d* zu *v* geht und durch dessen Kontraktion *d* und *v* genähert werden und ein Druck auf *f* ausgeübt wird, wodurch letzterer aufwärts getrieben wird; *v* ventrale Wand. — Zum Teil nach Zander.

gehen, wird ein Druck auf die Basis der Flügel ausgeübt derart, daß die Spitze der Flügel nach oben schlägt, und zwar etwas mit der Vorderkante nach oben gedreht. Andererseits ziehen vom Vorder- zum Hinterende der Brust Längsmuskeln, durch deren Kontraktion in der Weise auf den Brustkasten gewirkt wird, daß das Rückenschild wieder nach oben und die Flügel nach unten geführt werden.

Der Hinterleib, der hintere, gliedmaßenlose Abschnitt des Körpers, ist selten durch eine solche tiefe Einschnürung von der Brust

getrennt wie diese von dem Kopf, sondern derselben breit angefügt. Die Segmente des Hinterleibs sind in der Regel beweglich verbunden (einige können übrigens miteinander verwachsen); an jedem kann man gewöhnlich eine Rücken- und eine Bauchplatte unterscheiden, die jederseits durch eine weichere Partie verbunden sind. Der Hinterleib besteht ursprünglich aus 12 Segmenten, von denen das letzte den After trägt. Diese Zahl ist aber sehr selten vorhanden, indem fast immer die hinteren (namentlich die beiden hintersten) und dazu noch manchmal die vordersten Segmente rückgebildet sind[1]). Oft deckt der Hinterrand der Segmente den Vorderrand des folgenden, was sich weiter derartig entwickeln kann, daß die Segmente fernrohrartig ineinander geschoben sind; zuweilen sind die hinteren Segmente sogar gänzlich durch die vorderen verborgen oder in sie eingestülpt. — Bei manchen Insecten findet man am hinteren Ende des Hinterleibes ein Paar gegliederte oder ungegliederte, nach hinten gerichtete Schwanzraife (*Cerci*), die meistens kurz und unscheinbar, bisweilen aber von ansehnlicher Länge sind (Maulwurfsgrille u. a.)[2]).

Die chitinige Cuticula ist bei den Insecten nicht verkalkt, erreicht aber trotzdem oft eine sehr bedeutende Festigkeit und ist häufig von ansehnlicher Dicke. Unter ihr findet sich die gewöhnliche einschichtige Epidermis. Mit der Haut sind häufig Hautdrüsen verbunden; von solchen nennen wir die Stinkdrüsen an der Unterseite der Brust bei den Wanzen, die Afterdrüsen der Laufkäfer, die Wachsdrüsen der Bienen und Schildläuse, die Duftdrüsen der Schmetterlinge etc. Es sind teils einzellige, teils echte Drüsen; zuweilen sind sie durch einfache, platte, verdickte Epidermispartien repräsentiert, wie die Wachsdrüsen der Bienen, deren Secret durch Poren der darüberliegenden Cuticula austritt (was auch bei einzelligen Hautdrüsen der Fall sein kann).

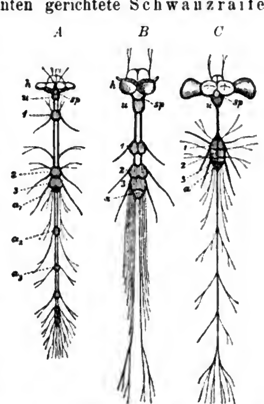


Fig. 331. Nervensystem einer Ameise (*A*), eines Maikäfers (*B*) und einer Schmeißfliege (*C*). *1*—*3* die drei Brustganglien, a_1—a_3 Hinterleibsganglien, *a* verschmolzene Hinterleibsganglien, *h* Gehirn, *sp* Durchtrittsöffnung für die Speiseröhre, *u* Unterschlundganglion. — Nach Brandt.

Das Nervensystem zeichnet sich dadurch aus, daß das Gehirn

1) Bei der Rückbildung von Hinterleibssegmenten verschwindet manchmal die Bauchplatte allein, während die Rückenplatte übrig bleibt, wie das gewöhnlich bei den Käfern in den beiden vordersten Segmenten der Fall ist.

2) Während bei allen anderen Insecten am Hinterleib Gliedmaßen fehlen, findet man bei einigen Thysanuren auf der Unterseite der Hinterleibssegmente kleine paarige Anhänge, die zwar nicht gegliedert sind, aber ihrem Ursprung nach ganz an Gliedmaßen erinnern (Fig. 361, S. 360). Auch ist hervorzuheben, daß bei manchen Insectenembryonen am 1. Hinterleibssegment (zuweilen an mehreren Hinterleibssegmenten) deutliche Gliedmaßenanlagen hervorsprossen, die aber vor der Geburt rückgebildet werden.

oft eine sehr bedeutende Größe erreicht. Das vorderste der Bauchganglien, das Unterschlundganglion, hat ebenso wie das Gehirn seinen Sitz im Kopf und gibt Aeste an die Mundteile ab. Darauf folgen drei Ganglien oder Ganglienpaare, eines für jedes Brustsegment, und endlich eine Reihe Hinterleibsganglien. Oft rücken jedoch einige der Ganglien zusammen und bilden eine Masse; es verschmelzen z. B. das 2. und 3. Brustganglion häufig miteinander, ferner können die hinteren Hinterleibsganglien verschmelzen; oder das 2.–3. Brustganglion und alle Hinterleibsknoten vereinigen sich zu einer Masse, der in extremen Fällen auch das erste Brustganglion sich anschließt.

Sinnesorgane. Als Geruchsorgane fungieren feine, kurze Haare (Fig. 28, S. 26), die mit Sinneszellen in Verbindung stehen; solche sind auf den Antennen, oft in Gruben, angebracht. — Die Gehörorgane der Insecten — es handelt sich hier um wirkliche Gehörorgane — sind ganz von denen der Crustaceen abweichend. In einer einfachen Gestalt sehen wir ein solches Gehörorgan in Fig. 332. Es besteht aus einer Gruppe Sinneszellen, die an der einen Seite eines Gliedes liegen und am Ende mit je einem Hörstiftchen versehen sind, das in eine andere Zelle hineinreicht, die sich wieder mit einer Zellen-

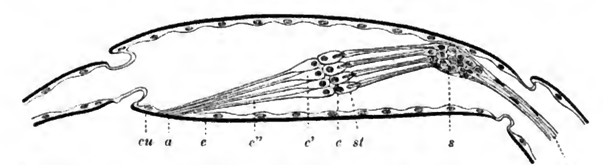


Fig. 332. Chordotonales Organ in der Schiene eines Insects, Schema. *a* Anheftungsstelle von *c*". *c* Zelle, in welcher ein Hörstiftchen steckt. *c*' eine der Zellen, die das Organ an die Haut heften. *c*" faserförmige Endpartie von *c*'. *cu* Cuticula. *e* Epidermis. *n* Hörnerv. *s* Sinneszelle. *st* Hörstiftchen.

gruppe verbindet, die den Apparat an die entgegengesetzte Seite des Gliedes tüdert. Das Organ ist somit im Gliede ausgespannt und man muß annehmen, daß es durch die Schallwellen in Schwingungen versetzt wird und daß dadurch auf die Sinneszellen eingewirkt wird. Organe von diesem Typus, sog. chordotonale Organe, sind bei zahlreichen Insecten gefunden worden. Bei den Heuschrecken, deren Gehörorgan von ähnlichen Zellen gebildet wird, ist es dadurch kompliziert, daß es an eine besonders entwickelte Hautpartie, das „Trommelfell", geknüpft ist, dessen Cuticula dünn und wie in einem Rahmen ausgespannt ist; außerdem liegen dicht beim Trommelfell große Tracheenblasen. Solche komplizierten Gehörorgane finden sich bei den Feldheuschrecken an der Seite des ersten Hinterleibsringes, bei den Laubheuschrecken an den Seiten des Vorderschienbeines. — Was die Augen betrifft, so verweisen wir auf das S. 280–81 und S. 333 Mitgeteilte.

Darmkanal (Fig. 335 u. 337). Bei den saugenden Insecten gehen von der Mundhöhle zur Innenseite des Kopfes starke Muskeln (*m*, Fig. 337), die durch ihre Kontraktionen die Mundhöhle erweitern

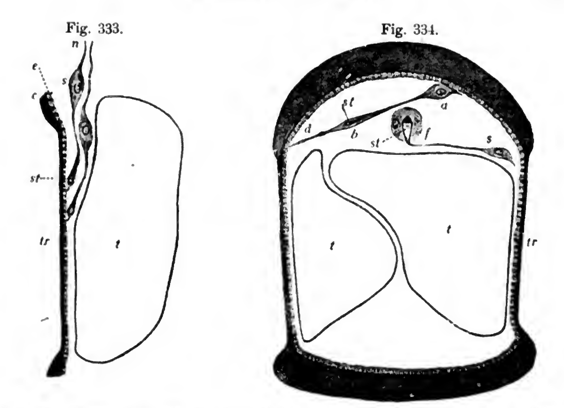


Fig. 333. Querschnitt des Gehörorgans einer Feldheuschrecke, Schema. *c* Cuticula, *e* Epidermis, *n* Nerv, *s* Hörzelle, *st* Hörstiftchen, *t* Tracheenblase, *tr* Trommelfell.

Fig. 334. Querschnitt der Schiene einer Laubheuschrecke durch die beiden Trommelfelle, Schema. *a—b* Hörzelle, *d* Zellenstrang, der dieselbe an die Wand heftet, *f* Zelle, die ein Hörstiftchen umgibt, *s* Hörzelle, *st* Hörstiftchen, *t* Tracheenblase, *tr* Trommelfell.

und dadurch bewirken, daß die Flüssigkeit, in welche die Saugröhre hineingesteckt wird, in letztere und dann in die Mundhöhle hinaufsteigt. Am Eingang des Darmkanals münden gewöhnlich verschiedene Drüsen, die als Speicheldrüsen bezeichnet werden, von denen besonders ein Paar, das sich auf der Unterlippe öffnet, sehr ansehnlich sein kann; außer diesem finden sich auch häufig andere, die z. B. am Vorderkiefer oder direkt in die Mundhöhle einmünden. Der übrige Teil des

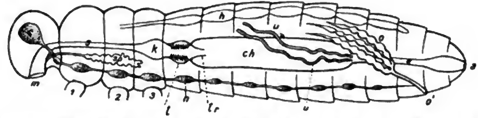


Fig. 335. Schematische Darstellung einiger Hauptpunkte der Organisation der Insecten. *1—3* erstes bis drittes Beinpaar, abgeschnitten, *a* After, *c* Gehirn, *ch* Chylusdarm, *e* Enddarm, *h* Herz, *k* Kropf, *m* Mund, *n* Bauchganglion, *o* Eierstock, *o'* Geschlechtsöffnung, *s* Speiseröhre, *sp* Speicheldrüse, *t* Kaumagen, *tr* Trichter, *u* Malpighisches Gefäß. — Orig.

Darmkanals, dessen Verlauf gerade oder geschlängelt ist, zerfällt in die Speiseröhre (Vorderdarm), den Chylusdarm (Mitteldarm), und den Enddarm. Die Speiseröhre ist gewöhnlich vorn eng, hinten aber

öfters zu einem Kropf ausgedehnt, der entweder als eine einfache Erweiterung der Speiseröhre oder als ein besonderer beutelartiger Anhang erscheint, der manchmal durch einen engen Gang mit der übrigen Speiseröhre in Verbindung steht (letzteres bei manchen saugenden Insecten); der Kropf dient als vorläufiges Reservoir für die aufgenommene Nahrung, manchmal treten aber vom Chylusdarm Secrete in den Kropf zurück, so daß auch in demselben eine Auflösung stattfinden kann. Auf den Kropf folgt bei manchen Insecten als letzter Abschnitt des Vorderdarmes ein sog. Kaumagen (Proventriculus), der innerlich mit vorspringenden Falten versehen sein kann; es scheint aber kein wirklicher Kaumagen zu sein, sondern nur ein Filter, zum Zurückhalten unverdaulicher Teile (Chitin etc.) des Futters, die bei einigen aufgebrochen werden, bei anderen aber weiter passieren. An der Grenze des Vorderdarmes und des Chylusdarmes entspringt bei

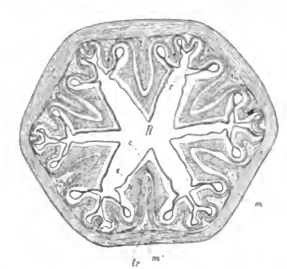


Fig. 336. Querschnitt durch den sog. Kaumagen von einer Heuschrecke (*Decticus*). Es sind in demselben 6 starke Längsfalten vorhanden, jede von einer Reihe dreieckiger Schuppen zusammengesetzt, und 12 niedrige Längsfalten von ähnlicher Zusammensetzung; endlich 6 ganz niedrige Längsfalten. *c* Cuticula. *e* Epithel. *m* Ringmuskellage; *m'* Muskelschleifen, die von letzterer in die Längsfalten eintreten. *R* Rand einer der großen, *r* einer der kleineren Längsfalten. *tr* Bindegewebe mit Tracheen. — Orig.

manchen Insecten eine röhrenförmige Falte, die in den Chylusdarm frei hineinragt; die Bedeutung dieses Trichters ist unsicher. — Der Chylusdarm ist der eigentlich verdauende und aufsaugende Abschnitt des Darmkanals; er ist schlauchförmig, zuweilen in mehrere Abschnitte gesondert. Es ist das den Darm auskleidende Epithel selbst, das die Verdauungssäfte liefert; zuweilen können kleine Ausstülpungen, die als Warzen oder Zotten an der Außenfläche des Darmes hervorragen, in demselben Sinn tätig sein; eine gesonderte Leber ist dagegen nie vorhanden. Der Enddarm zerfällt gewöhnlich in einen vorderen, engeren und einen hinteren, weiteren Abschnitt; der After befindet sich am hintersten Körpersegment[1]). In das vorderste Ende des Enddarmes, an der Grenze des Chylusdarmes, münden die sog. Malpighischen „Gefäße", feine, dünne, unverästelte, lebhaft gefärbte (weiße, gelbe, braune, grüne) Schläuche; meistens sind sie nur in geringer Anzahl vorhanden, 4—6, und erreichen dann eine bedeutende Länge, bei den Hymenopteren und einigen Orthopteren treten sie dagegen in größerer Anzahl auf, sind dann aber kürzer. Diese Schläuche sind die Excretionsorgane der Insecten.

Ein der Kieferdrüse (Schalendrüse) der Crustaceen und somit einem Segmentalorgan entsprechendes Gebilde ist die sogenannte Labial-

1) Eine eigenartige Nebenfunktion hat der Enddarm bei manchen Käferlarven z. B. Blattkäferlarven): er wird ausgestülpt und als ein Saugnapf an der Unterlage fixiert.

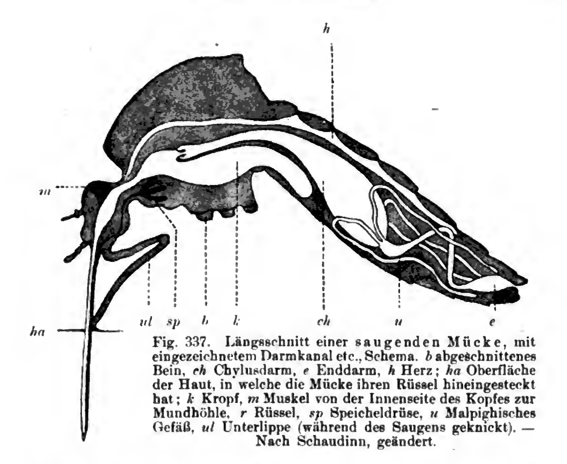


Fig. 337. Längsschnitt einer saugenden Mücke, mit eingezeichnetem Darmkanal etc., Schema. *b* abgeschnittenes Bein, *ch* Chylusdarm, *e* Enddarm, *h* Herz; *ha* Oberfläche der Haut, in welche die Mücke ihren Rüssel hineingesteckt hat; *k* Kropf, *m* Muskel von der Innenseite des Kopfes zur Mundhöhle, *r* Rüssel, *sp* Speicheldrüse, *u* Malpighisches Gefäß, *ul* Unterlippe (während des Saugens geknickt). — Nach Schaudinn, geändert.

niere der Thysanuren, ein paariges röhrenförmiges excretorisches Organ, das mit unpaarer Oeffnung an der Unterlippe (Hinterkiefer) ausmündet. Derartige Organe kennt man sonst nicht bei den Insecten.

Die Atmungsorgane sind bei den Insecten durch ein System von luftführenden Röhren, Tracheen, vertreten, die sich durch den ganzen Körper verzweigen, die Organe umspinnen und durchdringen und vermittelst mehrerer Oeffnungen, Atemlöcher oder Stigmen (Spirakel), die, wie das ganze System, symmetrisch angeordnet sind, mit der umgebenden Welt in Verbindung stehen. Von Stigmen finden sich höchstens 10 Paare, je eines auf der Mittel- und Hinterbrust und auf den 8 vorderen Hinterleibssegmenten, wo die Stigmen in der weichen Partie zwischen Rücken- und Bauchplatte sitzen; der Kopf und die Vorderbrust sind stigmenlos[1]). Die Stigmen sind in der Regel spaltförmige Oeffnungen, die häufig längs jedes Randes mit einer Reihe von Borsten (Fig. 340 *B, s*) versehen sind, die über die Oeffnung hin liegen und verhindern, daß Fremdkörperchen in die Tracheen eindringen; auch auf andere Weise kann derselbe Zweck erreicht werden. Von der Oeffnung geht gewöhnlich ein kurzer, querer Stamm nach innen, der in einen der großen Haupt-Tracheenstämme einmündet; letztere laufen in verschiedener Zahl der Länge nach durch das Tier, stehen miteinander durch mehrere Querstämme in Verbindung und geben zahlreiche Zweige ab, die sich baumförmig in allen Teilen des Körpers verästeln und in die Organe hineindringen. Seltener fehlen die genannten Längsstämme, und die von jedem Stigma ent-

1) Die Lage einiger Stigmen kann sich manchmal verschieben: das der Mittelbrust angehörige Paar kann an der Grenze der Mittel- und Vorderbrust liegen (Fig. 338) oder gar (z. B. bei manchen Larven) auf die Vorderbrust vorrücken.

Fig. 338.

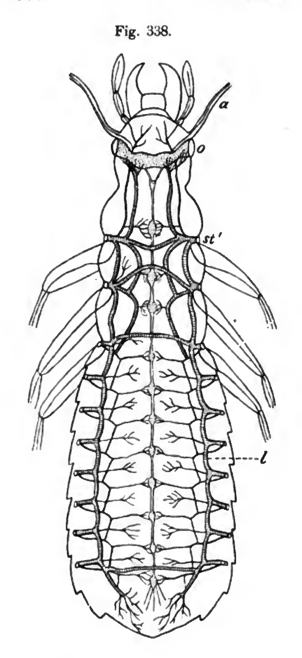


Fig. 339.

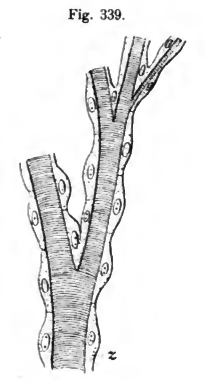


Fig. 338. Schema der Hauptstämme des **Tracheensystems** eines Insects; außerdem ist noch das Zentralnervensystem mit eingezeichnet. *a* Antenne, *o* Auge, *st'* vorderstes Atemloch, *l* Längsstamm. — Nach Kolbe.

Fig. 339. Stück einer **Trachee**, von einer Blattwespenlarve (ein wenig chematisiert). *z* eine Zelle der Wand. — Orig.

springende Trachee löst sich unmittelbar in eine Anzahl Aeste auf, die mit dem übrigen Tracheensystem nicht in Verbindung stehen. Alle Tracheen sind von einer dünnen Chitinhaut ausgekleidet, die von einem feinen Spiralfaden, einer spiraligen Verdickung der Chitinhaut, gestützt ist; dieser fehlt jedoch in den feinsten Endverzweigungen. Von den Tracheen sind oft einige zu kleineren oder größeren (oft sehr großen) Blasen erweitert; diese (in denen der Spiralfaden fehlt) haben keine wesentliche Bedeutung für die Atmung, wohl aber in einer anderen Beziehung: indem durch sie das spezifische Gewicht des Körpers verringert wird, werden sie von wesentlicher Bedeutung für den Flug; das Tracheensystem ist mit anderen Worten nicht allein Atmungsorgan, sondern bei manchen Insecten zugleich ein hochausgebildeter aerostatischer Apparat. — Die Lufterneuerung geschieht durch Bewegungen des Hinterleibes: durch Zusammenziehung desselben wird ein Teil der in den Tracheen befindlichen Luft ausgestoßen, und wenn der Hinterleib wieder erschlafft, so tritt eine neue

Luftmenge ein[1]). An der vom Stigma entspringenden Trachee findet sich ein Verschlußapparat, der wie ein Klemmhahn die Trachee zusammenklemmt (Fig. 340); geschieht dies und zieht das Tier darauf

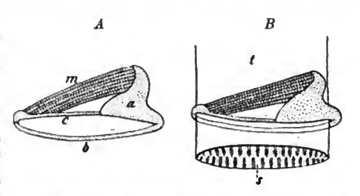


Fig. 340. Verschlußapparat der Tracheen eines Käfers (schematisiert). *A* der Verschlußapparat allein, geöffnet, *B* die Trachee mit dem Verschlußapparat, geschlossen. Der Apparat besteht aus drei Chitinstücken, die zusammen die Trachee ringförmig umgeben; das eine Stück (*b*) ist so lang wie die beiden anderen zusammen; von diesen entsendet das eine (*a*) einen hohen Fortsatz, an den sich ein von dem dritten Stück (*c*) entspringender Muskel (*m*) heftet. Wenn der Muskel sich kontrahiert, werden *a* und *c* gegen *b* hinabgedrückt und die Trachee wird zwischen den drei Stücken zusammengeklemmt. *s* Stigma, *t* Trachee. — Orig.

seinen Hinterleib zusammen, so kann die Luft nicht durch die Stigmen entweichen und wird dann in die äußersten Verästelungen und in die blasigen Anschwellungen getrieben. Wird nun der Hinterleib erschlafft und der Verschlußapparat gleichzeitig geöffnet, so strömt eine neue Luftmenge von außen in die Tracheen hinein; durch Zusammenziehung des Hinterleibs wird dann, indem gleichzeitig der Verschlußapparat tätig ist, die neue Luftmenge in die feinsten Aeste und in die Blasen getrieben. Durch wiederholte Anwendung dieses Mittels kann das Tracheensystem mit Luft stark gefüllt und sämtliche Blasen völlig aufgebläht werden, was besonders für die Verwendung des Tracheensystems als aerostatischer Apparat von Bedeutung ist; vor dem Flug sieht man namentlich plumpere Insecten sich in dieser Weise mit Luft vollpumpen.

Die Tracheen entstehen beim Embryo als Einstülpungen der Epidermis, die sich reich verzweigen, teilweise miteinander verbinden (aus solchen Anastomosen entstehen die großen Längsstämme) und eine Cuticula ausscheiden, ebenso wie die Epidermis. Die Einstülpungsöffnungen werden zu den Stigmen. — Bei den Häutungen wird auch die Cuticula der Tracheen erneuert; die alte Cuticula wird aus den Stigmen herausgezogen.

Bei einer Anzahl im Wasser lebender Insectenlarven (Libellen, Eintagsfliegen, Neuropteren) ist das Tracheensystem geschlossen, d. h. ohne offene Stigmen. Bei diesen wird der Sauerstoff durch sog. Tracheenkiemen aufgenommen, dünnhäutige Anhänge mit großer Oberfläche und einem reichen Netz von Tracheen, die den im Wasser aufgelösten Sauerstoff durch die Oberfläche der Kieme aufnehmen. — Nur wenigen, kleinen Insecten (z. B. manchen Poduren) fehlt ein Tracheensystem gänzlich; sie atmen durch die Haut.

Neben seinen Funktionen als Atmungsorgan und aerostatischer Apparat hat das Tracheensystem mancher Insecten auch die Aufgabe, als ton-

1) Bei manchen Insecten finden keine Respirationsbewegungen statt; eine Erneuerung des Sauerstoffs findet bei solchen durch einfache Diffusion statt, die auf der Differenz zwischen dem Sauerstoffdruck in der Tiefe der Tracheen und in der Atmosphäre beruht.

erzeugendes Organ zu wirken. Dicht an den Stigmen findet man in der Trachee häufig dünne Hautfalten (Stimmbänder), die durch die aus der Trachee ausgestoßene Luft in Bewegung gesetzt werden und so gewisse Töne erzeugen (Brummen der Fliegen und des Maikäfers). Die Laute der Insecten kommen übrigens noch auf mancherlei andere Weise zustande. Fliegen, Bienen und Mücken, die sämtlich durch die Schwingungen der Stimmbänder Töne erzeugen, können auch einen summenden Laut vermittelst schnell aufeinanderfolgender Schwingungen der Flügel hervorbringen. Andere erzeugen einen Laut, indem sie verschiedene Teile der Körperoberfläche gegeneinander reiben: die Männchen der Feldheuschrecken z. B., indem sie eine mit einer Reihe kleiner Spitzen besetzte Leiste des Hinterschenkels über die Flügeldecke streichen; andere wieder, indem sie irgend einen Teil des Körpers gegen einen fremden Gegenstand schlagen (die Bohrkäfer klopfen z. B. mit dem Kopf gegen die Wand ihrer im Holz genagten Gänge und erzeugen hierdurch das bekannte tickende Geräusch; auch Ameisen können ähnliche Klopflaute erzeugen)[1].

Einige Insecten besitzen das Vermögen, im Dunkeln zu leuchten. Das Leuchten geht von großen Zellen aus, die im Innern des Körpers unter durchsichtigen Hautstellen sich befinden und von zahlreichen Tracheen und Nervenfäden umsponnen sind. Auch die eingetrockneten, toten Leuchtzellen leuchten, wenn sie befeuchtet werden, die Leuchttätigkeit ist also nicht an die lebende Zelle gebunden. Unter den wenigen leuchtenden deutschen Insecten ist der Johanniswurm der bekannteste; das Leuchten hat hier die Bedeutung, daß die Geschlechter sich dadurch leichter finden, und ist am stärksten beim stillsitzenden Weibchen.

Das Gefäßsystem ist bei den Insecten nur wenig entwickelt, was zu der gefäßähnlichen Verteilung der Atmungsorgane durch den ganzen Körper in naher Beziehung steht: indem die Luft allen Teilen des Körpers direkt zugeführt wird, ist die Bedeutung des Blutes als Sauerstoffträger in wesentlichem Grade verringert, und das Gefäßsystem kann weniger ausgebildet sein. Es findet sich im Hinterleibe auf der Rückenseite ein langes, röhrenförmiges, hinten geschlossenes, vorn offenes Herz (Fig. 341) mit den gewöhnlichen seitlichen Oeffnungen (*s*, *S*), deren Lippen klappenartige Gebilde darstellen können (*l*); auch unabhängig hiervon können von der Wand des Herzschlauches Klappen entspringen (*v*). Das Herz ist wie bei den anderen Arthropoden von einem geräumigen Hohlraum, einem Herzbeutel, umgeben, der oben von der Rückenwand des Hinter-

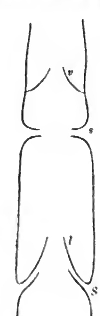


Fig. 341. Horizontalschnitt durch ein Stück des Herzens eines Insects, Schema. *s* und *S* seitliche Spalten; bei *S* ist die vordere Lippe zu einer Klappe (*l*) umgebildet. *v* Klappe von der Wand des Herzens entspringend.

leibs, unten von einer durchlöcherten Bindegewebsplatte begrenzt wird; in letztere sind platte, quergelagerte sog. „Flügelmuskeln“ eingebettet, die von der Leibeswand entspringen. Das Herz setzt sich am Vorderende in ein unpaariges Gefäß fort, das nach vorne läuft und

1) Vgl. auch noch die Angaben über die Töne der Cicaden (S. 365), die wieder in ganz anderer Weise zustande kommen.

bisweilen Aeste an die Antennen abgibt; anderweitige Gefäße fehlen[1]); das Blut läuft in den Lücken zwischen den Organen, übrigens in ziemlich regelmäßigem Strome. Es tritt, nachdem es den Körper durchströmt hat, in den Herzbeutel und von diesem, indem das Herz erschlafft und die Spalten sich dabei öffnen, in das Herz selbst ein und wird von letzterem durch die Aorta in die Höhlungen des Körpers getrieben.

Bei den Insecten finden sich allgemein in größerer oder geringerer Ausdehnung Gruppen großer Fettzellen im ganzen Körper, oft als größere zusammenhängende Massen. Dieser sog. Fettkörper ist am stärksten bei den Larven entwickelt; während der Metamorphose wird das Fett häufig größtenteils aufgebraucht.

Ueber die Bedeutung des Fettkörpers als Excretionsorgan s. S. 43.

Allgemein finden sich in der Leibeshöhle der Insecten sog. Oenocyten, große, weißgelbe Zellen, die z. T. in Verbindung mit dem Fettkörper auftreten. Sie sind nicht fetthaltig, entweder homogen oder mit Vacuolen ausgestattet. Es sind Zellen, die der Epidermis entstammen, also ectodermal sind, während der Fettkörper mesodermaler Herkunft ist. Die Oenocyten, an denen eine drüsenartige „Ausschwitzung" beobachtet ist, sind möglicherweise Organe einer inneren Secretion (vergl. die Angaben über die innere Secretion bei den Wirbeltieren).

Geschlechtsorgane. Die weiblichen Insecten besitzen ebenso wie andere Arthropoden ein Paar Eierstöcke. Jeder Eierstock besteht aus einer geringeren oder größeren Anzahl von Eiröhren, die in der Regel dem vorderen Ende des Eileiters wie Finger aufsitzen. Das vordere, distale Ende der Eiröhren (Fig. 342), das in

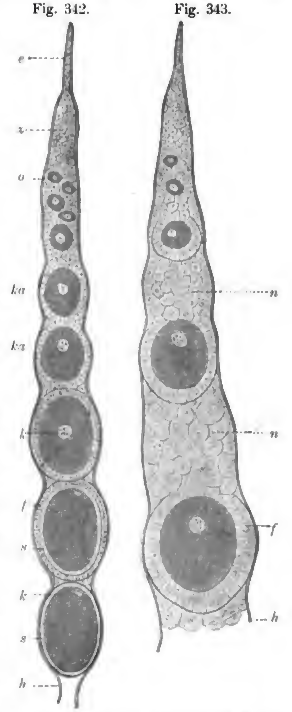


Fig. 342. Eiröhre eines Insects. *e* Endfaden, *f* Follikelzellen, *h* Eiröhrenhülle, *k* Eikern, *ka* Eikammer, *o* junges Ei, *s* Eischale, *z* kleine Zellen im distalen Ende der Eiröhre.

Fig. 343. Stück einer Eiröhre mit Nährkammern, *n*. Die anderen Buchstaben wie in der vorigen Figur.

1) Bei den Larven der Eintagsfliegen gehen vom hinteren Ende des Herzens Gefäße in die Schwanzfäden hinein.

einen dünnen Faden ausläuft, besteht aus einer Ansammlung kleiner gleichartiger Zellen; dann folgt eine Partie, wo man einige größere Zellen, junge Eizellen, zwischen den anderen sieht, und die übrige Röhre besteht aus Eikammern, die je eine Eizelle enthalten, umgeben von einer epithelartigen Schicht kleiner Zellen (den Follikelzellen), welche die Schale des Eies absondern; im proximalen Ende der Röhre, wo die Entwicklung der Eier am weitesten gediehen ist, schwinden die Follikelzellen, und schließlich tritt das Ei in den Eileiter über, wonach das entsprechende Stück der Eiröhrenhülle (siehe unten) sich zusammenzieht, so daß das nächste Ei an den Eileiter heranrückt. Neue Eier werden im distalen Ende der Eiröhre gebildet. Bei manchen Insecten (Fig. 343) sind die Eikammern durch größere oder kleinere Zellengruppen (Nährkammern) getrennt, die vor der Bildung der Eischale des proximalwärts liegenden Eies sich auflösen und in letzteres aufgenommen werden. Die Eiröhren sind von je einer dünnen Hülle umgeben, die ein Netz von Muskelfasern enthält; die zu demselben Eierstock gehörenden Eiröhren sind miteinander lose verbunden. Die beiden Eileiter vereinigen sich zu einem unpaaren Eiergang[1])

Fig. 344. Fig. 345.

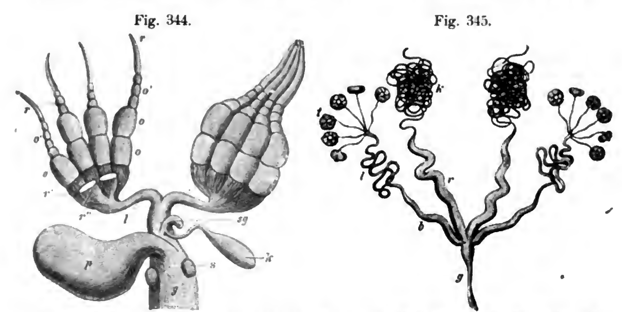


Fig. 344. Weibliche Geschlechtsorgane des Maikäfers. Rechts liegen die Eiröhren noch in natürlicher Lage beisammen, links sind sie getrennt und zwei derselben abgeschnitten. *g* Eiergang, *k* Drüse, die sich in die Samentasche öffnet. *l* Eileiter, *o* Abschnitte der Eiröhren mit fast reifen Eiern, *o'* Abschnitte mit unreifen Eiern, *p* Begattungstasche, *r* distales, *r'*, *r''* proximales Ende der Eiröhren, *s* Drüschen, *sg* Samentasche. — Orig.

Fig. 345. Männliche Geschlechtsorgane desselben (Penis nicht mit gezeichnet). *b* Samenblase, *g* Samengang, *k* Anhangsdrüse, *l* Samenleiter, *r* erweiterter Abschnitt des Ausführungsganges der Anhangsdrüse, *t* Hoden, aus sechs Samensäckchen bestehend.

(oder der Scheide), der auf der Unterseite kurz vor dem After ausmündet, entweder frei an der Körperoberfläche oder in eine am Hinterende des Körpers befindliche Cloake (eine Einstülpung des Hinterendes), in der auch der After sich befindet. An der Scheide ist in

1) Bei einigen wenigen Insecten (Thysanuren, Eintagsfliegen) fehlt der unpaare Eiergang, und die beiden Eileiter münden direkt hinten an der Unterseite des Körpers (vergl. die Crustaceen).

der Regel eine kleine Ausstülpung vorhanden, die als Samenbehälter, Samentasche (*Receptaculum seminis*), fungiert; häufig findet man auch als Ausstülpung der Scheide eine Begattungstasche (*Bursa copulatrix*), in welche die Rute des Männchens während der Paarung eingeführt wird[1]); in derselben wird zunächst der Same deponiert,

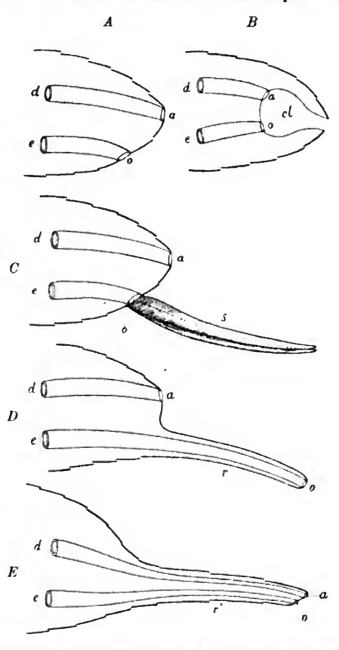


Fig. 346. Schemata des Hinterleibsendes verschiedener weiblicher Insecten. *A*: einfachster Zustand. *B*: Hinterleibsende mit Cloake. *C*: Legescheide; nur die rechten Legescheide-Blätter dargestellt, die anderen entfernt. *D* und *E*: Legeröhren verschiedener Art. *a* After, *cl* Cloake, *d* Enddarm, *e* Eiergang, *o* Geschlechtsöffnung. *r* Legeröhre, von dem Eiergang allein durchzogen; *r'* Legeröhre, die von den verdünnten hintersten Hinterleibssegmenten gebildet ist. *s* Legescheide.

nachher wandert er in die Samentasche über. Wenn die Eier durch den Eiergang passieren, wird von der Samentasche Same über sie ausgegossen. In die Scheide münden auch größere oder kleinere Drüsen, die z. B. den Klebstoff absondern, womit die Eier häufig an fremden Gegenständen festgeheftet werden. Nicht selten findet sich an der weiblichen Geschlechtsöffnung (Fig. 346 *C*) eine aus mehreren messer- oder degenförmigen Blättern zusammengesetzte Legescheide (Heuschrecken) oder ein ähnlich gebauter Legestachel (Hymenopteren); oder es findet sich eine Legeröhre, *D*, die vorgeschoben und wieder zurückgezogen werden kann, eine Ausstülpung der Leibeswand, an deren Ende der Eiergang ausmündet (gewisse Käfer); oder aber *(E)* die hintersten Segmente des Hinterleibs selbst, die dann dünn, gestreckt sind und fernrohrartig

1) Bei den Schmetterlingen bietet diese Begattungstasche ein eigentümliches Verhältnis dar, indem sie nicht wie bei anderen Insecten eine einfache Ausstülpung der Scheide, sondern eine an beiden Enden offene Röhre darstellt, die mit dem einen Ende in die Scheide, mit dem anderen auf der Oberfläche mündet, so daß hier also zwei Eingänge zum weiblichen Geschlechtsapparat vorhanden sind, von denen die äußere Oeffnung der Begattungstasche bei der Paarung, die der Scheide bei der Ausführung der Eier benutzt wird.

zusammengeschoben werden können, dienen als L e g e r ö h r e[1]) (Dipteren, Schmetterlinge). — Die S c h a l e des Eies ist hart oder lederartig, oft mit einer feinen und regelmäßigen Skulptur und immer mit einer oder mehreren Oeffnungen, M i c r o p y l e n, versehen, durch welche die Samenkörperchen in das Ei eindringen können. Die äußere Form des Eies ist verschieden: es kann kugelig, oval, gestreckt, abgeplattet, mit Auswüchsen versehen, gestielt sein etc.

Die m ä n n l i c h e n Geschlechtsorgane (Fig. 345) sind äußerlich in der Hauptsache eine Wiederholung der weiblichen. Es findet sich ein Paar H o d e n, aus je einer oder mehreren langen S a m e n r ö h r e n oder kurzen Samensäcken bestehend, die am Ende des Samenleiters sitzen. Die beiden S a m e n l e i t e r vereinigen sich zu einem unpaaren S a m e n g a n g[2]), der ebenso wie der Eiergang etwas vor dem After auf der Unterseite oder in eine Cloake mündet. Die Samenleiter erweitern sich an ihrem hinteren Ende zu je einer S a m e n b l a s e (Samenreservoir); in den Samengang oder in die Samenleiter münden häufig besondere Anhangsdrüsen. Meist ist ein mehr oder weniger kompliziertes B e g a t t u n g s o r g a n vorhanden, eine von dem Samengang durchzogene Ausstülpung der Leibeswand, die, wenn sie nicht gebraucht wird, ganz oder teilweise in sich selbst zurückgestülpt ist; in der Regel liegt das Organ, das fest chitinisierte Partien besitzen kann, in der Cloake verborgen, aus der es bei der Begattung hervorgeschoben wird[3]).

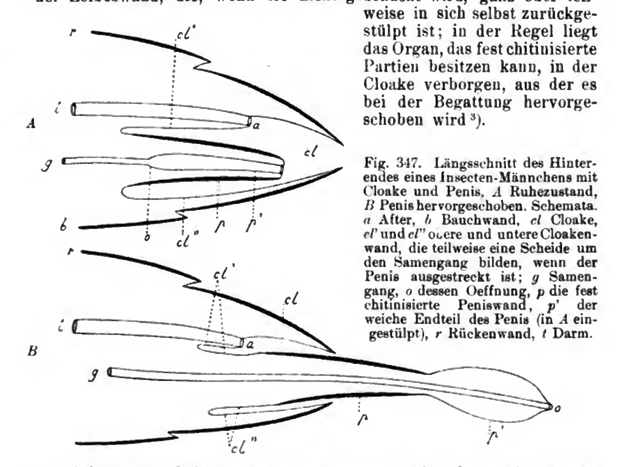


Fig. 347. Längsschnitt des Hinterendes eines Insecten-Männchens mit Cloake und Penis. *A* Ruhezustand, *B* Penis hervorgeschoben. Schemata. *a* After, *b* Bauchwand, *cl* Cloake, *cl'* und *cl"* obere und untere Cloakenwand, die teilweise eine Scheide um den Samengang bilden, wenn der Penis ausgestreckt ist; *g* Samengang, *o* dessen Oeffnung, *p* die fest chitinisierte Peniswand, *p'* der weiche Endteil des Penis (in *A* eingestülpt), *r* Rückenwand, *i* Darm.

Sehr häufig findet man bei den Insecten mehr oder weniger ausgeprägte G e s c h l e c h t s u n t e r s c h i e d e, die sich wenigstens zum großen Teil unschwer aus den verschiedenartigen Ansprüchen ableiten lassen,

1) An deren Spitze sich dann sowohl der Darm als der Eiergang öffnet.

2) Auch der Samengang kann (ebenso wie der Eiergang) fehlen (bei Eintagsfliegen und einzelnen anderen) und die Samenleiter getrennt ausmünden.

3) Bei gewissen Insecten (z. B. bei manchen Heuschrecken) wird der Samen in zuweilen ziemlich kunstvoll gestalteten S p e r m a t o p h o r e n übertragen.

die das Geschlechtsleben und die mit der Fortpflanzung in Verbindung stehenden Lebensverhältnisse an Männchen und Weibchen stellen. Manch-

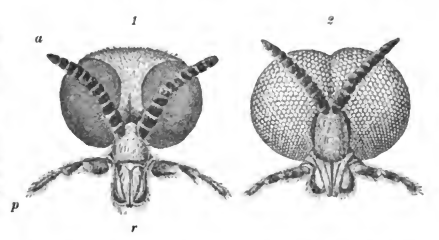


Fig. 348. Kopf einer Kriebelmücke (*Simulia*) von vorn gesehen, *1* Weibchen, *2* Männchen. *a* Fühler, *p* Kiefertaster, *r* Rüssel. Beim Männchen stoßen die Augen in der Mitte des Kopfes zusammen. — Nach Riley.

mal ist es so, daß das Männchen als das bevorzugtere, reicher ausgestattete, das Weibchen als das geringere erscheint. Beim Männchen können gewisse Körperteile besonders entwickelt sein: die Augen (Biene, Dipteren) und Antennen (Maikäfer, manche Schmetterlinge) sind beim Männchen oft weitaus stärker ausgebildet (den Männchen liegt es ob, die Weibchen zur Begattung aufzusuchen), die Vorderfüße des Männchens (Schwimmkäfer) können breite Platten zum Festhalten des Weibchens sein, die Vorderkiefer (Hirschkäfer) können beim M. viel größer sein als beim W. (die M. kämpfen miteinander um die W.). Häufig ist das M. beweglicher als das W., das ruhig dasitzt und auf das M. wartet, was bei manchen Formen zur Rückbildung der Bewegungswerkzeuge des W., namentlich der Flügel, geführt hat (Fig. 349 und 350)[1].

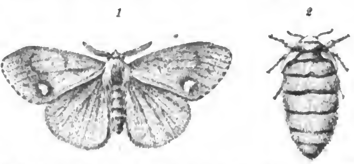


Fig. 349. Männchen (*1*) und Weibchen (*2*) eines Spinners (*Orgyia antiqua*); das plumpe Weibchen hat rudimentäre Flügel. — Orig.

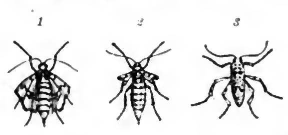


Fig. 350. Weibchen dreier verwandter Spanner-Arten (*1 Hibernia progemmaria, 2 H. aurantiaria, 3 H. defoliaria*), um die fortschreitende Rückbildung der Flügel zu zeigen. Die Männchen haben alle wohlentwickelte Flügel. — Nach Ratzeburg.

In anderen Fällen ist aber umgekehrt das Weibchen reicher ausgestattet, stärker entwickelt als das Männchen: beim Weibchen des Nuß-

1) Während in den oben angeführten Beispielen die Auszeichnungen der Männchen sämtlich einer Erklärung zugänglich sind, gibt es andere, die durchaus unverständlich sind: manche Eigentümlichkeiten des Männchens in Färbung und Zeichnung, auch viele plastische Auszeichnungen, wie das scheinbar nutzlose Horn am Kopfe des Nashornkäfers.

rüßlers (*Balaninus nucum*) ist der Rüssel länger als beim Männchen, weil jenes ihn beim Durchnagen der Nüsse benutzt, in denen es seine Eier anbringt; das Weibchen einer in Feigen lebenden Gallwespenart (*Blastophaga grossorum*, Fig. 351) ist im Gegensatz zum plumpen flügellosen Männchen beweglich und geflügelt (das Männchen verläßt die Feige, in der es als Larve gelebt hat, gar nicht, während das Weibchen zur Eiablage junge Feigen aufsuchen muß); bei manchen Insecten sind die Weibchen größer als die Männchen, was sich häufig daraus ableiten läßt, daß die Eier weitaus voluminöser sind als der Same.

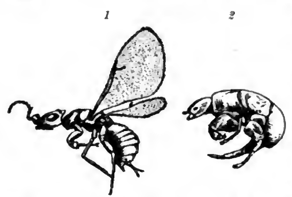


Fig. 351. *Blastophaga grossorum*, *1* Weibchen, *2* Männchen, ca. 10mal vergr. — Nach P. Mayer.

Bei einer Anzahl von Insectenarten findet man die merkwürdige Erscheinung, daß eine große Anzahl Individuen das ganze Leben hindurch steril bleiben und somit keinen Anteil an der Fortpflanzung der Art nehmen können; die betreffenden Individuen besitzen wohl in der Regel deutliche Anlagen zu Geschlechtswerkzeugen, die sich aber nicht (oder nur ausnahmsweise) so weit entwickeln, daß sie brauchbare Geschlechtsstoffe bilden; solche unfruchtbare Individuen, die sog. Arbeiter, sind bei einigen Insecten (Bienen, Ameisen) immer unvollkommen ausgebildete Weibchen, bei anderen (Termiten) sowohl Männchen als Weibchen. Die Ausbildung der sterilen Individuen ist dadurch bedingt, daß die betreffenden Arten gesellig lebende Insecten sind, die Gemeinschaften bilden; sie ist ein Ausdruck einer Arbeitsteilung innerhalb dieser Gesellschaften, indem den sterilen Individuen die Brutpflege etc. obliegt, während die Fortpflanzungstätigkeit nur von relativ wenigen ausgeübt wird, die dann aber auch eine ungeheuer große Nachkommenschaft erzeugen (vgl. die Arbeitsteilung der Hydroidenstöcke).

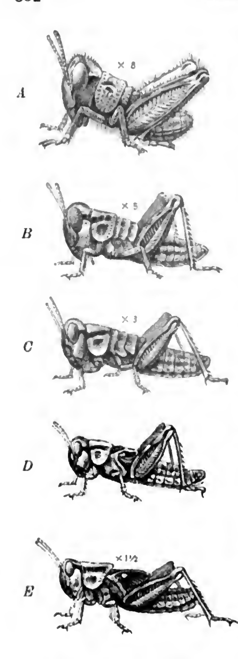
Parthenogenesis ist bei vielen Insecten nachgewiesen. Bei manchen Insecten ist die Parthenogenesis eine mehr ausnahmsweise auftretende Erscheinung: so legt z. B. das Weibchen gewisser Schmetterlinge, wenn es unbegattet bleibt, trotzdem Eier ab, die dann meistens absterben, sich zuweilen aber in regelmäßiger Weise entwickeln. In anderen Fällen ist die Parthenogenesis eine mehr regelmäßige Erscheinung: bei gewissen Insecten ist eine parthenogenetische Fortpflanzung die Regel, nur hin und wieder treten Männchen auf, so bei gewissen Schmetterlingen, z. B. der *Psyche helix*, und bei manchen Gespenstheuschrecken; oder die Männchen erscheinen zwar stets neben den Weibchen, aber in geringer Anzahl und, wie es scheint, in der Regel ohne sich mit diesen zu begatten (so bei *Cynips rosae*, einer bekannten Gallwespe der Rose); oder es findet, wie bei gewissen Blatt- und Gallwespen, wie es scheint, eine ausschließlich parthenogenetische Fortpflanzung statt, in welchem Falle die betreffende Art allein aus Weibchen besteht. Eine andere Form von Regelmäßigkeit finden wir bei manchen gesellig lebenden Hymenopteren, bei denen die Männchen unbefruchteten, die Weibchen befruchteten Eiern entstammen. — Nicht selten tritt die parthenogenetische Fortpflanzung in gesetzmäßiger

Abwechslung mit gewöhnlicher geschlechtlicher Fortpflanzung auf, so daß wir also eine Heterogonie vor uns haben; entweder wechselt je eine parthenogenetische mit einer Männchen-Weibchen-Generation ab (Gallwespen), oder aber es kommen auf eine ♂♀-Generation mehrere parthenogenetische (Blattläuse). Meistens sind die parthenogenetischen Generationen von den anderen mehr oder weniger verschieden; nicht selten können auch, wenn mehrere parthenogenetische Generationen aufeinander folgen, Unterschiede zwischen diesen vorhanden sein.

Bei einigen Dipteren (Mücken, *Cecidomyia*) können schon in der Larve Eier erzeugt werden, die sich gleich ohne Befruchtung im mütterlichen Körper zu neuen Larven entwickeln; die Mutterlarve geht dann zugrunde, während die jungen Larven weiter wachsen und entweder eine neue Larvengeneration auf dieselbe Weise erzeugen oder sich zu vollkommenen Insecten ausbilden. Wir finden hier also eine Parthenogenesis auf ein Lebensstadium zurückverlegt, in dem sonst keine geschlechtliche Vermehrung stattfindet. Man bezeichnet diese Erscheinung mit dem besonderen Namen Pädogenesis.

Die Entwicklung des Eies findet in der Regel außerhalb der Mutter statt, die allgemein, oft mit der größten Sorgfalt und bedeutender Arbeit, dafür sorgt, daß das neugeborene Junge sofort reichliche Nahrung vorfindet; gewöhnlich wird dies einfach in der Weise erreicht, daß die Mutter die Eier an solchen Stellen ablegt, wo eine für die Jungen passende Nahrung von Natur vorhanden ist; nicht selten findet man aber, daß die Mutter vor der Eiablage einen für das Junge bestimmten Nahrungsvorrat einsammelt und das Ei neben demselben ablegt (gewisse Mistkäfer, Grabwespen); seltener ist eine Brutpflege in der Form, daß die Mutter dem ausgeschlüpften Jungen täglich frisches Futter bringt; oder die Brutpflege hat noch andere Formen. — Bei einer geringen Anzahl Insecten werden die Eier erst dann abgelegt, wenn die Entwicklung des Embryos so weit vorgeschritten ist, daß er bald die Eihülle verlassen wird; andere gebären „lebendige Junge", indem die ganze embryonale Entwicklung in der Mutter, bei einigen (z. B. den Blattläusen) in den Eiröhren, bei anderen im Eiergang, abgeschlossen wird. Ein eigentümliches Verhältnis findet man bei gewissen Fliegen (den Pupiparen), bei denen nicht nur die eigentliche Eientwicklung im Eiergang abläuft, sondern die Larve noch lange Zeit in diesem verweilt und durch das Secret gewisser Anhangsdrüsen ernährt wird.

Die allermeisten Insecten besitzen, wenn sie das Ei verlassen, nicht die definitive Gestalt, müssen vielmehr eine Metamorphose oder Verwandlung durchlaufen; nur bei einer geringeren Anzahl, z. B. den Läusen und verschiedenen anderen flügellosen Insecten, sind die Veränderungen zu unbedeutend, als daß man von einer eigentlichen Metamorphose reden könnte. Allen sich metamorphosierenden Insecten gemeinsam ist es, daß sie die definitive Gestalt, die sich in erster Linie durch das Vorhandensein funktionsfähiger Flügel vor der Larve auszeichnet, erst dann annehmen, wenn das Insect die definitive Größe erreicht hat: das Larvenleben umfaßt die ganze Wachstumsperiode des Tieres — während andere Tiere mit Metamorphose (z. B. Crustaceen) schon den Larvenzustand verlassen, wenn sie noch lange nicht das Wachstum vollendet haben. Nach beendeter Metamorphose häutet sich



das Insect nicht mehr und wächst höchstens nur so viel, wie die Ausdehnungsfähigkeit der Chitinhaut es erlaubt[1]).

Man unterscheidet zwei Hauptformen der Metamorphose bei den Insecten: die unvollkommene und die vollkommene Metamorphose.

A. Unvollkommene Metamorphose. Bei den Insecten mit „unvollkommener Metamorphose" (den hemimetabolen Insecten) unterscheidet sich die neugeborene Larve manchmal, z. B. bei den Heuschrecken (Fig. 352), wesentlich nur dadurch von dem ausgebildeten Tiere, der *Imago*, daß sie völlig flügellos ist. Die übrigen Unterschiede sind geringfügig: der Kopf ist verhältnismäßig groß[2]), der Hinterleib klein, die Zahl der Antennenglieder und der Einzelaugen im zusammengesetzten Auge geringer als bei der Imago, etc., Unterschiede, die allmählich ausgeglichen werden (der Kopf wird relativ kleiner, die Zahl der Antennenglieder größer). Während des Larvenlebens bilden sich Flügelanlagen[3]), platte Auswüchse, die zunächst klein sind, mit jeder Häutung größer werden, aber erst nach der letzten Häutung, bei der sie plötzlich sehr bedeutend an Größe zunehmen[4]), funktionsfähig, zu wirklichen Flügeln, werden: sämtliche Larvenzustände haben nämlich dem Imagozustand gegenüber das Gemeinsame, daß sie flugunfähig sind.

Bei manchen anderen Insecten mit unvollkommener Metamorphose, z. B. bei



HP HANSEN SC.

Fig. 352. Feldheuschrecke in verschiedenen Altersstadien. *A—E* Larven, *A* neugeborene Larve, *F* Imago, letztere in natürl. Gr., die übrigen mehr oder weniger vergr. — Nach First Report U. S. Entom. Commiss.

den Wanzen (Fig. 353), sind die Unterschiede der Larven und der Imago größer geworden. Sämtliche Larvenstadien, von dem jüngsten bis zum ältesten, unterscheiden sich bei diesen durch mehrere gemein-

1) Bei einigen Insecten (am stärksten bei den Termiten) schwillt der Hinterleib infolge der Entwicklung der Eierstöcke stark an, indem sich die Gelenkhäute zwischen den Segmenten ausdehnen.

2) Bei neugeborenen Insectenlarven ist der Kopf gewöhnlich relativ groß.

3) Solche mit Flügelanlagen versehenen Larven werden oft als Nymphen bezeichnet.

4) In der letzten Zeit des Larvenlebens sind die Imagoflügel in gefaltetem Zustande von der Cuticula der Larvenflügel umgeben.

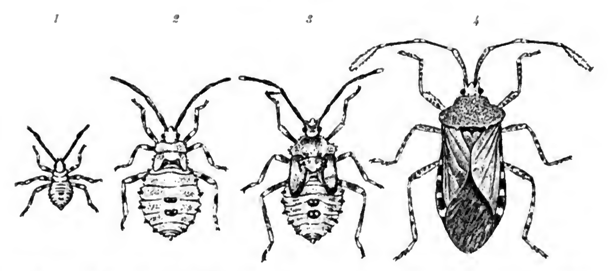


Fig. 353. Larven (*1—3*) und Imago (*4*) einer W a n z e (*Anasa armigera*), *1* neugeboren. ca. 4/1. — Nach Chittenden.

same Charaktere von der Imago; manche Wanzenlarven haben z. B. einen zweigliedrigen Fuß (die Imago einen dreigliedrigen), besitzen Stinkdrüsen an der Oberseite des Hinterleibs, die der Imago abgehen, besitzen eine etwas abweichende Farbenzeichnung etc. Diese sämtlichen Charaktere verschwinden bei der letzten Häutung, gleichzeitig mit der definitiven Ausbildung der Flügel, die sich ähnlich wie bei den oben erwähnten entwickeln.

Noch größer sind die Unterschiede der Larven- und der Imagogestalt z. B. bei den L i b e l l e n, deren Larven in vielen Punkten eigentümlich ausgebildet sind: die Larven haben ein geschlossenes Tracheensystem, die Mundteile sind abweichend ausgebildet etc. — Charaktere, die sämtlichen Stufen des Larvenlebens gemeinsam sind, die untereinander wesentlich nur durch die verschiedengradige Ausbildung der Flügelanlagen unterschieden sind. Aehnlich verhalten sich außer den Libellen noch verschiedene andere Gruppen (Singzirpen etc.). In der Regel steht ein solcher eingreifender Unterschied zwischen Larve und Imago mit großen Unterschieden in der Lebensweise beider in Verbindung (Wasserleben — Luftleben etc.).

Fig. 354. Larve einer L i b e l l e. — Orig.

B. V o l l k o m m e n e M e t a m o r p h o s e. Bei den Insecten mit „vollkommener Metamorphose“ (holometabolen Insecten) ist die Entwicklung nach denselben Linien weiter fortgeschritten, der Unterschied zwischen Larve und Imago ist aber so groß geworden, daß die Umbildung des Larvenkörpers zur Imago längere Zeit erfordert und es hat sich infolgedessen ein besonderes R u h e s t a d i u m an der Grenze des Larven- und Imago-Lebens ausgebildet, das sog. P u p p e n s t a d i u m, während dessen das Tier k e i n e N a h r u n g zu sich nimmt und sich in der Regel ruhig hält, so daß die bedeutsamen Umwandlungen, die stattfinden sollen, in aller Muße durchlaufen werden können.

Für das Verhältnis der Larve und der Imago zueinander ist es charakteristisch, daß gar keine Aehnlichkeit zwischen ihnen besteht, auf jedem Punkt tritt die Unähnlichkeit hervor; man hat, wenn man Larve und Imago vergleicht, das Gefühl, Insecten gegenüberzustehen, die gar nichts miteinander zu tun haben. Das eingeschobene Puppenstadium, in welchem unbegrenzte Umbildungen vor sich gehen können, hat es ermöglicht, daß Larve und Imago sich im Laufe der Zeiten sozusagen gänzlich voneinander unabhängig je zu einer Reihe eigenartiger Gestalten entwickelt haben. Man vergleiche z. B. die Schmetterlingsraupe mit dem ausgebildeten Schmetterling, die eine mit kauenden, der andere mit saugenden Mundteilen usw. Aber selbst wenn Larve und Imago sich wesentlich in derselben Weise ernähren, sind die Mundteile gar nicht gleich, im Gegenteil in allen Einzelheiten verschieden. Und so ist es im ganzen Körper, im Innern wie im Aeußeren; die inneren Organe sind stets ganz anders beschaffen bei der Larve als bei der Imago.

Die Larve der Insecten mit vollkommener Metamorphose hat stets das Gepräge einer rückgebildeten Insectengestalt. Selbst in

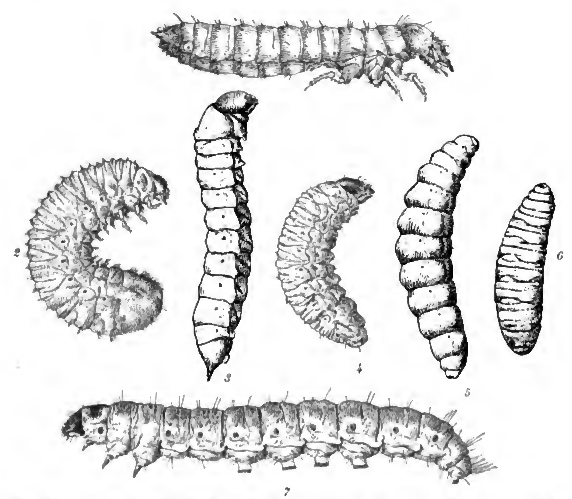
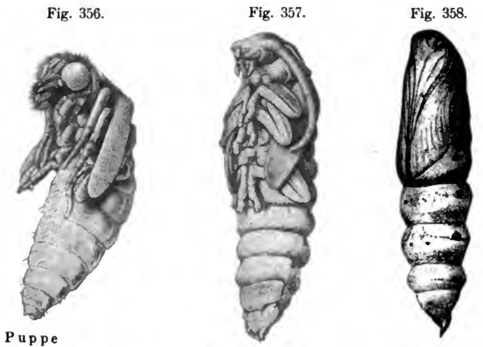


Fig. 355. Larven verschiedener Insecten mit vollkommener Metamorphose. *1* Käferlarve (*Dascillus*) mit wohlentwickelten Beinen. *2* Rosenkäferlarve (*Cetonia*), Beine schwach (lebt in Ameisennestern). *3* Käferlarve (*Tomoxia*) mit rudimentären Beinen (lebt in Holz). *4* Rüsselkäferlarve, gliedmaßenlos (lebt in Holz), *5* Made einer Schlupfwespe (Kopf klein). *6* „kopflose" Made einer Fliege. *7* Raupe eines Schmetterlings (*Cossus ligniperda*). Nr. *1—5* von der rechten, Nr. *7* von der linken Seite, Nr. *6* halb von der linken, halb von der Unterseite. — Orig.

den Fällen, in denen die Larve am besten ausgebildet ist, hat sie diesen Charakter. Die Beine sind verkürzt, die für die Insecten sonst charakteristische Verlängerung zweier Glieder (Schenkel und Schiene) ist in Wegfall gekommen, der Fuß ist ungegliedert. Flügel fehlen völlig (Flügelanlagen sind übrigens auch bei diesen Larven vorhanden, aber in den Körper hinein eingestülpt). Die Brust ist klein, der Hinterleib dagegen groß. Statt der großen zusammengesetzten Augen ist nur eine kleine Gruppe von Punktaugen auf jeder Seite des Kopfes vorhanden (und das Stirnauge fehlt ganz). Die Antennen sind in der Regel ganz kurz und bestehen aus wenigen Gliedern. Die Cuticula ist weniger fest als bei der Imago, oft ganz weich. In manchen Fällen geht die Rückbildung weiter: die Beine oder die Augen — oder alle beide — fehlen[1]), auch die Mundteile können rückgebildet werden, häufig ist die Larve einer flüchtigen Betrachtung mehr einem Wurm als einem Insect ähnlich und wird auch häufig so genannt.

Während des Larvenlebens häutet sich das Tier zu wiederholten Malen und nimmt allmählich an Größe zu, in der Regel ohne seine Form und seinen Bau wesentlich zu verändern. Wenn die definitive Größe erreicht ist, ändert es aber, scheinbar plötzlich, seine äußere Form in einer Reihe wesentlicher Punkte und erscheint nach einer Häutung in der Puppengestalt. Die Puppe (Fig. 356—358) zeigt in der

Fig. 356. Fig. 357. Fig. 358.



Puppe
eines Ameisenlöwen eines Bockkäfers eines Schmetterlings.
Alle von links und etwas von der Unterseite. — Orig.

äußeren Form eine sehr bedeutende Annäherung an die Imago; sie erscheint etwa wie eine Imago in groben Zügen, wie eine unreife Imagogestalt: sie besitzt große Flügelanlagen und zusammengesetzte Augen, die Beine und die Antennen nähern sich in der Form denen des ausgebildeten Insects, dasselbe ist mit den Mundteilen der Fall, alle An-

1) Gliedmaßenlose Insectenlarven werden als Maden bezeichnet. — Andererseits können sich an Insectenlarven besondere gliedmaßenartige Anhänge ausbilden, wie die Afterfüße der Schmetterlingsraupen (Fig. 355, 7) u. a.

hänge stehen aber noch in weichen Umrissen da ohne deutliche Gliederung etc., sind in einem unbrauchbaren Zustande (ähnlich wie die Gliedmaßenanlagen am Körper eines Embryos) und liegen unbeweglich über den Körper hin, dessen allgemeine Form ebenfalls wichtige Annäherungen an die Imagoform darbietet (relative Ausbildung der Brust und des Hinterleibs etc.). Die bedeutenden Veränderungen, die man im äußeren Bau findet, haben natürlich tatsächlich nicht so plötzlich stattgefunden, wie es den Anschein hat; alle sind, besonders gegen den Schluß des Larvenlebens hin, vorbereitet worden, die Flügelanlagen z. B. sind vorher (wie oben erwähnt) als Einstülpungen der Leibeswand angelegt, die dann, wenn die Larvenhaut endlich zum letztenmal abgestreift wird, ausgestülpt werden und als Auswüchse des Körpers erscheinen; die Beine sind vorher innerhalb ihrer Chitinhüllen gewachsen, in denen man in den letzten Tagen des Larvenlebens die Puppenbeine in zusammengefaltetem Zustande finden kann etc.; am Ende des Larvenlebens ist das Tier wegen dieser Umänderungen, die teilweise seine Anhänge funktionsunfähig machen, träge und hält sich

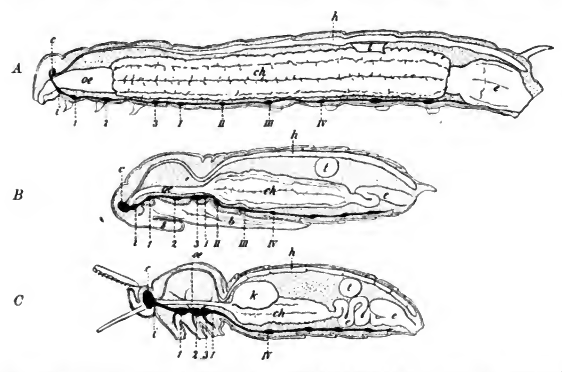


Fig. 359. **Larve**, **Puppe** und **Imago** eines Schmetterlings (*Sphinx*) mit verschiedenen Organen in den Körperumriß eingezeichnet; etwas schematisiert. Alle drei Figuren in gleicher Vergrößerung. *b* Beine, *c* Gehirn, *ch* Chylusdarm, *e* Enddarm, *h* Herz, *i* Unterschlundganglion, *k* Kropf, *oe* Speiseröhre, *s* Rüssel, *t* Hoden, *1—3* die drei Brustganglien, *I, II, III, IV* die vier ersten Hinterleibsganglien. — Nach Newport, geändert.

so weit wie möglich ruhig[1]). Auch innerlich sind die Veränderungen, durch welche die Organe der Larve zu denen der Imago umgestaltet werden sollen, jedenfalls angefangen. Während des Puppenzustandes

1) Dieser Trägheitszustand, der in völlige Unbeweglichkeit übergehen kann, dauert bei manchen nur kurz, bei anderen aber viele Tage, ja Wochen oder Monate; bei den Blattwespen und anderen Hymenopteren z. B. liegt die Larve, nachdem sie sich mit dem Kokon umgeben hat, meistens sehr lange (bisweilen jahrelang), bevor sie zur Puppe wird.

werden die Veränderungen fortgesetzt; die äußeren Formen des Körpers ändern sich unter der schützenden Decke der Puppenchitinhaut, und im Innern des Körpers bilden sich die Larvenorgane allmählich zu denen der Imago um (vgl. Fig. 359), so daß die Teile in der Puppe am Anfang ganz anders als am Schluß des Puppenstadiums aussehen, obgleich scheinbar die Puppe — d. h. die Chitinhaut — die ganze Zeit dieselbe bleibt. Die Puppen der verschiedenen Gruppen haben ein relativ einförmiges Aussehen (vgl. Fig. 356—58); gemeinschaftlich ist es, daß die Flügelanlagen nach der Bauchseite gedreht und zwischen oder neben den Beinen gelagert sind, so daß die Rückenseite, auf welcher sie häufig ruhen, frei ist. Meistens sind sie unbehaart, oft blaß. Die Schmetterlingspuppen (Fig. 358) zeichnen sich dadurch aus, daß Fühler, Rüssel, Beine und Flügel dem Körper dicht, wie angeklebt, anliegen und an ihrer Außenseite fest und dick chitinisiert sind, was auch von dem übrigen Körper überall dort gilt, wo er von den genannten Teilen nicht bedeckt ist, so daß es den Anschein hat, als wären Körper und Gliedmaßen von einer gemeinsamen Firnischicht überzogen. Aehnlich verhalten sich auch manche Zweiflügler-Puppen. Die meisten Puppen liegen ruhig da; größere Ortsveränderungen finden nur bei wenigen statt und dann mittels des Hinterleibes (z. B. bei Mückenpuppen, die an die Oberfläche des Wassers, in dem sie leben, emporsteigen müssen, um Luft zu holen; vgl. auch die Netzflügler, S. 368). — Wenn alle Umbildungen endlich abgeschlossen sind, wird die Chitinhülle der Puppe gesprengt, d. h. es erfolgt eine letzte Häutung, und die Imago tritt hervor, „schlüpft aus“. Nachdem sämtliche Anhänge der letzteren entfaltet sind und die Chitinhaut erhärtet, ist die Umbildung des Insects in allem wesentlichen abgeschlossen.

Dem hilflosen Zustand entsprechend, in dem die Puppe daliegt, werden manchmal Schutzhüllen gebildet. Sehr oft (Hymenopteren, manche Schmetterlinge u. a.) bildet die Larve vor der Verpuppung einen geschlossenen Kokon um sich, in dem dann die Puppe liegt; das Material entstammt in der Regel den Spinndrüsen, die auf der Unterlippe ausmünden und deren Secret in Form eines feinen Fadens entweder allein oder mit kleinen Fremdkörpern zusammen zur Bildung des Kokons verwendet wird. Eine schützende Hülle erhalten die Puppen mancher Dipteren in anderer Weise, nämlich dadurch, daß die Chitinhaut der Larve vor der Verpuppung erhärtet und, nachdem sie sich von den unterliegenden Weichteilen losgelöst hat, nicht wie sonst abgestreift wird, sondern als eine feste Kapsel um die dünnhäutige Puppe zurückbleibt; sie wird erst abgestoßen, wenn die Imago hervorbricht (Tönnchenpuppe).

Die Unterschiede im Bau zwischen der Larve und der Imago sind so durchgreifend, daß bei der Metamorphose in der Tat eine Auflösung großer Teile (oftmals des größten Teiles) des Larvenkörpers stattfinden muß; die Organe der Imago bilden sich in ausgedehntem Maße aus Zellengruppen heraus, die bei der Larve nicht tätig waren, während die Zellen, die bei der Larve fungierten, absterben und nur als Nährmaterial für die anderen Verwendung finden. Beispielsweise sei auf die Verhältnisse des Darmkanals bei der Metamorphose, wie sie in Fig. 360 dargestellt sind, hingewiesen; ähnliches findet auch z. T. mit der Körperwand statt; auch die Muskeln im Körper gehen zum großen Teil zugrunde und werden neugebildet. Bei dem Auflösungsprozeß (Histolyse) spielen die amöboiden Blutkörperchen der Larve an manchen Stellen eine wichtige Rolle, indem

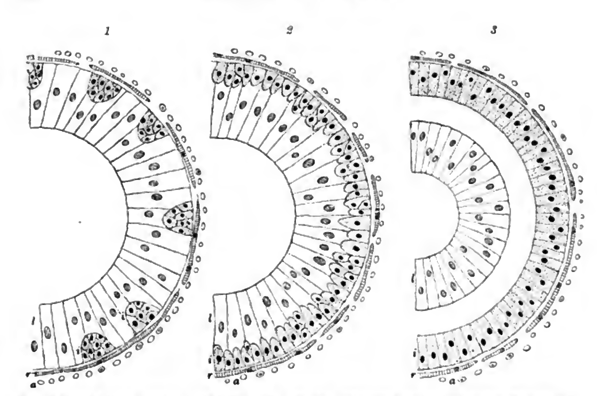


Fig. 360. Halbe Querschnitte des Darms einer Insectenlarve auf verschiedenen Entwicklungsstufen beim Uebergang in das Puppenstadium. Schematisch. In *1* sieht man unterhalb des Darmepithels der Larve Zellennester, *i*, die sich in *2* zu einer zusammenhängenden Zellenlage ausgebreitet haben. In *3* hat sich das gesamte Larven-Darmepithel abgelöst und liegt in der Höhlung des Darms, wo es später aufgelöst wird; der Darm ist jetzt von *i*, dem Imago-Darmepithel, ausgekleidet. *a* Längsmuskellage, *i* Imago-Darmepithel, *l* Larven-Darmepithel, *r* Quermuskellage.

sie die absterbenden Gewebe förmlich auffressen, sie stückweise in sich aufnehmen und verdauen, um die Produkte wieder an die lebenskräftigen, wachsenden Teile des Tieres abzugeben. Besonders weit geht die Auflösung des Larvenkörpers bei einem großen Teil der Dipteren, deren Larven nach Aussehen und Lebensweise so außerordentlich von den ausgebildeten Tieren verschieden sind (z. B. bei der Schmeißfliege und vielen anderen).

Bei den meisten Insecten mit vollkommener Metamorphose ist die Gestalt der Larve während der ganzen Zeit des Larvenlebens ungefähr dieselbe. Bei einzelnen hat sie aber auf verschiedenen Altersstufen ein verschiedenes Aussehen, was meistens dazu in Beziehung steht, daß ihre Lebensverhältnisse auf den verschiedenen Stufen verschieden sind. Einen solchen Fall finden wir beim Oelkäfer und einigen damit verwandten Insecten: aus den Eiern schlüpft eine kleine, lebhafte, mit wohlentwickelten Beinen ausgestattete Larve aus, die auf eine Pflanze kriecht und sich an gewissen Bienen anheftet, in deren Wohnungen sie, nachdem sie sich zu einem madenartigen Geschöpf umgebildet hat, den Rest des Larvenlebens zubringt (sie nährt sich von den Vorräten der Bienen).

Die unvollkommene und die vollkommene Metamorphose stehen einander recht scharf gesondert gegenüber, wenn es auch ganz klar ist, daß sich letztere aus ersterer entwickelt hat. Eine scheinbare Vermittelung beider bildet die Metamorphose der Eintagsfliegen, die dadurch ausgezeichnet ist, daß die Larve nicht direkt in die eigentliche Imago übergeht, sondern zunächst eine unvollkommene, aber unverkennbare Imagogestalt annimmt, das sog. *Subimago*-Stadium, in dem die Flügel z. B. brauchbar, wenn auch schwach sind; erst nach einer Häutung erreicht

das Tier die definitive Gestalt. Die Subimago ist möglicherweise als ein Vorläufer der Puppengestalt aufzufassen.

Die *Lebensdauer* ist bei den Insecten fast immer scharf begrenzt und ziemlich kurz. Meistens dauert das ganze Leben des Individuums nur *ein* Jahr (das Leben als Ei, Larve, Puppe und Imago einbegriffen), bei nicht ganz wenigen, z. B. bei den Blattläusen, nur einen Bruchteil eines Jahres; bei anderen (manchen größeren Insecten) dauert es mehrere Jahre, in der Regel aber eine ziemlich bestimmte Anzahl (der Maikäfer lebt z. B. im nördlichen Deutschland vier Jahre). Von der ganzen Lebenszeit des Insects fällt meistens der größte Teil auf das Larvenstadium und nur ein geringer Bruchteil auf die Periode der Imago; als solche lebt das Tier nur kurze Zeit, nicht selten nur wenige Tage oder gar nur wenige Stunden. Nur ausnahmsweise sieht man Beispiele davon, daß das Leben als Imago mehrere Jahre dauern kann: man hat beobachtet, daß Honigbienen fünf Jahre, Ameisen sogar 15 Jahre in Gefangenschaft gelebt haben.

Die Insecten sind ein sehr ausgeprägter *Landtiertypus*, dessen ganze Organisation dem Leben auf dem Lande und in der Luft eng angepaßt ist. Nicht wenige sind jedoch derartig modifiziert, daß sie im Süßwasser entweder ihr ganzes Leben lang oder bloß als Larven leben können. Wenige Insecten findet man im Meere: im Schlamm an flachen Meeresküsten kann man z. B. Fliegenlarven antreffen; einige Insecten (Käfer, Wanzen u. a.) leben an der Küste an Stellen, die nur während der Ebbe trocken liegen, während der Flut dagegen vom Wasser bedeckt sind, so daß die Insecten viele Stunden lang von der Luft ausgeschlossen sind[1]; wirkliche Meerestiere sind aber eigentlich nur die Meerwanzen, die auf offenem Meere ein ähnliches Leben führen wie ihre nahen Verwandten, die Wasserläufer, im Süßwasser[2]. — Verschiedene Insecten (Läuse, Pelzfresser, Flöhe etc.) leben als vollkommene Insecten oder das ganze Leben hindurch als *Schmarotzer* an verschiedenen Wirbeltieren; andere sind nur als *Larven* Schmarotzer *auf* oder *in* verschiedenen anderen Tieren, während sie als vollkommene Insecten ein freies Leben führen.

Die Insecten bilden die an Arten weitaus zahlreichste Tierklasse: die Insecten sollen $^2/_3$ aller bisher beschriebenen jetzt lebenden Tierarten ausmachen.

Metamorphose	Ordnung	Mundteile
Keine Metamorphose	*Thysanuren*	Beißende Mundteile
Unvollkommene Metamorphose	*Orthopteren*	(Beißende Mundteile)
	Rhynchoten	Saugende „
Vollkommene Metamorphose	*Neuropteren*	Beißende „
	Coleopteren	
	Hymenopteren	
	Lepidopteren	Saugende „
	Dipteren	
	Aphaniptera	

1. Ordnung. **Thysanura.**

Die Thysanuren sind *flügellose* Insecten, die ganz besonders dadurch von Interesse sind, daß der 10-gliederige Hinterleib Rudimente

---

1) Dasselbe ist auch bei einigen Arachniden (Milben, Afterscorpionen) und Scolopendern der Fall.

2) Als Meeresinsecten können noch die auf Seehunden schmarotzenden Läuse aufgeführt werden.

von Gliedmaßen besitzt, die durch ein Gelenk mit der Unterseite des Körpers verbunden sind und durch Muskeln bewegt werden können. Die Mundteile sind beißend, denjenigen der Orthopteren ähnlich. Sie durchlaufen keine Verwandlung[1]). — Die Thysanuren müssen als die

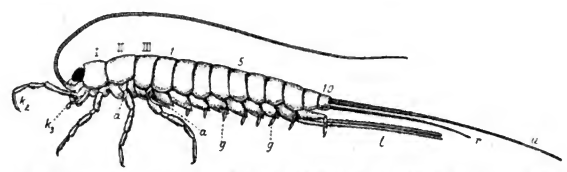


Fig. 361. *Machilis*, ♀, $\frac{4}{1}$. *a* Anhang des Basalgliedes des zweiten und dritten Beinpaares (entspricht möglicherweise dem Außen- oder Nebenast der Crustaceen). *g* Hinterleibsgliedmaßen, k_1 Mittelkiefertaster, k_2 Hinterkiefertaster, *l* Legeröhre, *r* Schwanzraif (paarig), *u* unpaariger Endfaden. *I–III* die drei Brustsegmente. *1, 5, 10* erstes, fünftes, zehntes Hinterleibssegment.

primitivsten von allen Insecten aufgefaßt werden; ihre Flügellosigkeit ist wahrscheinlich ursprünglich (während sie bei den meisten anderen flügellosen Insecten, wie Läusen etc., ganz offenbar erworben ist), und ihre Hinterleibsgliedmaßen sind Ueberreste der Gliedmaßen, die sich bei den Myriopoden an derselben Stelle befinden.

Hierzu gehören: *Machilis*, Fig. 361, mit zusammengesetzten Seitenaugen, Stirnauge und 8 Paar Hinterleibsbeinen; der Zuckergast (*Lepisma saccharina*), der statt der zusammengesetzten Augen eine Gruppe von Punktaugen jederseits besitzt und nur mit 2 Paar Hinterleibsbeinen ausgestattet ist; das letztere, mit silberglänzenden Schuppen (abgeplatteten Haaren) bedeckte, sehr lebhafte Tierchen kommt in Häusern häufig vor.

An die Thysanuren schließen sich die **Springschwänze** an (*Collembola:* Gattung *Podura* u. a.). Es sind ebenfalls flügellose Insecten, aber dem Hinterleib, der aus einer geringeren Anzahl von Segmenten besteht, fehlen die Gliedmaßen. Dagegen besitzen die Springschwänze gewöhnlich an der Spitze des Hinterleibes einen gespaltenen Fortsatz, der unter den Bauch geschlagen ist und vermittelst dessen Sprungbewegungen ausgeführt werden (Springgabel). Eine andere eigentümliche Einrichtung der Poduren ist ein Hügel an der Unterseite des ersten Hinterleibssegments, aus dem jedenfalls bei einigen ein Paar langer dünner Röhren von unbekannter Funktion hervorgestülpt werden kann. — Die Springschwänze sind kleine Insecten, die unter abgefallenem Laube etc. gefunden werden; bisweilen treten sie in enormen Scharen auf.

2. Ordnung. **Orthoptera, Geradflügler.**

Die Orthopteren sind Insecten mit unvollkommener Metamorphose und mit beißenden Mundteilen. Die Unterlippe läßt deutlicher als bei den meisten anderen Insecten erkennen, daß sie durch Verschmelzung eines Kieferpaares entstanden ist, dessen einzelne

1) Das neugeborene Junge kann jedoch durch Schuppenlosigkeit, geringere Gliederzahl der Antennen u. dgl. von dem Erwachsenen abweichen.

Teile meistens leicht nachweisbar sind (Fig. 327, 3). Die Flügel besitzen gewöhnlich ein dichtes Rippennetz, bieten aber sonst große Verschiedenheiten dar. Der Hinterleib ist gewöhnlich mit zwei kürzeren oder längeren, gegliederten oder ungegliederten Schwanzraifen ausgestattet. — Die Orthopteren umfassen zahlreiche sehr verschiedene Formen; von den im folgenden genannten Haupttypen sind bei Nr. 1 bis 6 die Vorderflügel als lederartige Flügeldecken entwickelt, bei den übrigen sind alle vier Flügel gleichartig.

1. Die Feldheuschrecken (*Acridium* u. a., Fig. 352, S. 352). Die Hinterbeine sind lange Springbeine mit verdickten Schenkeln. Die Vorderflügel lange, schmale, etwas verdickte Flügeldecken, unter denen die breiten Hinterflügel fächerartig zusammengefaltet liegen. Vorderbrust groß. Gehörwerkzeuge (vergl. S. 338) am 1. Hinterleibssegment. Das Männchen erzeugt einen Laut, indem es eine mit einer Reihe kleiner Spitzen versehene Leiste an der Innenseite der Hinterschenkel über die Flügeldecken streicht. Kein hervortretender Legestachel beim Weibchen. Auf den Feldern findet man in großer Anzahl verschiedene kleinere Arten dieser Gruppe. Gewisse Arten (einige groß, andere klein) treten häufig in wärmeren Ländern als „Wanderheuschrecken" auf, d. h. nachdem sie sich an einigen Lokalitäten sehr stark vermehrt haben, wandern sie in unglaublich großen Scharen aus und vernichten auf ihren Wanderungen den Pflanzenwuchs der Gegenden, durch die sie kommen.

2. Die Laubheuschrecken (*Locusta* u. a.) sind im Habitus, in bezug auf die Ausbildung der Flügel und Hinterbeine etc. den vorigen ähnlich. In jeder Vorderschiene (Fig. 334) sind zwei Gehörwerkzeuge vorhanden (dagegen keine im Hinterleib), und das Männchen erzeugt seine Laute dadurch, daß es eine Basalpartie der einen Flügeldecke, die auf ihrer Unterseite mit einer quergeriefelten Kante versehen ist, über eine entsprechende Partie der anderen Flügeldecke reibt. Das Weibchen besitzt eine lange, säbelförmige Legescheide. Die Nahrung ist überwiegend animalisch. Mehrere größere und kleinere Arten in Deutschland. — Mit den Locusten nahe verwandt sind die Grabheuschrecken (*Gryllidae*), die die gleichen Gehörwerkzeuge und den gleichen Stimmapparat haben. Hierher gehört das Heimchen (*Gryllus domesticus*), in Bäckereien und an ähnlichen warmen Stellen, und die Feldgrille (*G. campestris*), die auf dürren Feldern häufig ist und sich Gänge in die Erde baut, beide mit wohlentwickelten Flügeldecken, das Weibchen mit hervortretender Legescheide. Ferner die Maulwurfsgrille oder Werre (*Gryllotalpa vulgaris*), deren Vorderbeine zu enorm kräftigen Grabbeinen ausgebildet sind, mit sehr großer Vorderbrust, kurzen Flügeldecken, ohne Legescheide; sie führt ein unterirdisches, grabendes Leben und ernährt sich hauptsächlich von anderen Tieren. Alle drei in Deutschland.

3. Die Schaben oder Kakerlaken (*Blatta*) sind abgeplattete Tiere mit kräftigen Laufbeinen mit großen Hüften; die Vorderflügel sind dünne Flügeldecken, die einander teilweise überdecken, der Hinterleib hinten mit zwei gegliederten Raifen. Oft sind beide Flügelpaare, besonders beim Weibchen, verkürzt oder rudimentär. Die Eier werden in chitinigen Kapseln abgelegt, die eine Zeit lang, halb aus der Geschlechtsöffnung hervorragend, von dem Weibchen umhergetragen werden; in jeder Kapsel liegen zahlreiche Eier in zwei Reihen. Ein paar große Arten dieser Gruppe, unter denen besonders die allbekannte Küchenschabe (*B.* [*Periplaneta*] *orientalis*) hervorzuheben ist, sind durch die Schiffahrt aus den

Tropen nach Europa gebracht worden, wo sie in Häusern leben; im Freien findet man in Deutschland mehrere kleinere Arten.

4. Bei den Fangheuschrecken (*Mantis*), die mit den Schaben verwandt sind, ist der Körper gestreckter, namentlich die Vorderbrust sehr lang. Die Vorderbeine sind Fangbeine mit großer Hüfte, kräftigem Schenkel mit zwei Dornenreihen und einer ebenfalls mit zwei Stachelreihen ausgestatteten Schiene, die gegen den Schenkel eingeschlagen werden kann; mit den Fangbeinen ergreift das Tier seine aus anderen Insecten bestehende Beute. Flügel wohlentwickelt. Die Eier werden gruppenweise auf Pflanzen angebracht, von einer ähnlichen, aus einem erhärteten Drüsensecret gebildeten Hülle umgeben wie bei den Schaben. Eine große grüne Art dieser Gattung, *M. religiosa*, lebt in Südeuropa.

5. Bei den Ohrwürmern (*Forficula*) sind die Flügeldecken ganz kurze Platten, welche die dünnen, sehr großen, fast halbkreisförmigen Hinterflügel nicht völlig bedecken, obgleich letztere stark zusammengefaltet sind. Der größere Teil des Hinterleibs ist von den Flügeln unbedeckt; er besitzt hinten ein Paar ungegliederte, etwas gebogene Raife, die zusammen eine Zange bilden. Die Ohrwürmer halten sich in der Regel während des Tages versteckt, leben hauptsächlich von pflanzlicher Nahrung. Das Weibchen sitzt in brütender Stellung über den Eiern.

6. Die Gespenstheuschrecken (*Phasmidae*) umschließen eine Anzahl Arten von abenteuerlicher Gestalt, die nur in wärmeren Ländern zu Hause sind. Dazu gehört die flügellose Gattung *Bacillus*, deren langgestreckter Körper mit den ebenfalls gestreckten Beinen einem dürren Ast mit seinen kleineren Zweigen ähnlich sieht; einige Arten in Südeuropa. Ferner das ostindische *Phyllium siccifolium*, „das wandelnde Blatt“, dessen breiter Hinterleib und Flügeldecken [1]) blattähnlich sind.

7. Die Termiten (Gattung *Termes* u. a.) besitzen vier gleichgebildete, große, dünne Flügel, die nicht zusammengefaltet werden können. Sie leben in Gesellschaften, die neben fortpflanzungsfähigen Männchen und Weibchen eine große Anzahl Individuen umfassen, deren Geschlechtswerkzeuge (bei einigen Exemplaren männliche, bei anderen weibliche) auf einer unentwickelten Stufe stehen bleiben und die flügellos und oft blind sind. Von diesen flügellosen Individuen sind meistens einige mit größerem Kopf und kräftigeren Vorderkiefern versehen und werden „Soldaten“ genannt, während die übrigen (die Mehrzahl) als „Arbeiter“ bezeichnet werden; erstere verteidigen das Nest, wenn es angegriffen wird, nehmen aber auch sonst an der Arbeit teil, die im übrigen von den Arbeitern ausgeführt wird. Die Nester einiger Termiten sind in der Erde oder in toten Baumstämmen oder Aesten ausgenagt; andere bauen sie in der Form von Hügeln, Säulen etc. über die Erde empor oder an Bäumen. Im Neste finden sich zahlreiche unregelmäßige Kammern und Gänge; da die Termiten lichtscheue Tiere sind, führen oft überdeckte Gänge vom Nest weg. Das Baumaterial ist entweder Erde, die befeuchtet wird, oder zerkaute Holzteile oder die eigenen Excremente. Die T. sind Allesfresser; einige beißen Blätter ab und häufen dieselben zusammen und erzeugen in dieser Weise Pilzkulturen, die sie verzehren. In jedem Nest findet man, oft in einer Kammer von besonderer Größe, einen „König“ und eine „Königin“, d. h. ein Männchen und ein Weibchen, die nach kurzem Schwärmleben die Flügel verloren haben (letztere brechen an bestimmter Stelle nahe dem

1) Das Weibchen hat große Flügeldecken und rudimentäre Hinterflügel — das Männchen umgekehrt rudimentäre Flügeldecken und große Hinterflügel.

Grunde ab) und die Fortpflanzung der Kolonie besorgen; der Hinterleib des W. schwillt stark an, häufig erreicht er eine ganz enorme Größe. Bisweilen können mehrere solche königliche Paare vorhanden sein. Außer den eigentlichen Königen und Königinnen findet man manchmal sog. „Ersatzkönige" und „Ersatzköniginnen", Individuen, deren Geschlechtsorgane entwickelt sind, ohne daß sie sonst über die Larvenstufe hinaus gekommen sind (sie besitzen nur kleine Flügelanlagen); geht die eigent-

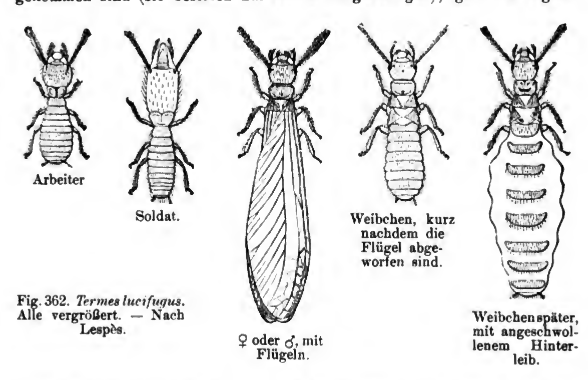


Fig. 362. *Termes lucifugus.* Alle vergrößert. — Nach Lespès.

liche Königin zugrunde, so wird die Fortpflanzung von diesen Reserven übernommen. Das Nest wird jedenfalls bisweilen nur von einem König und einer Königin angelegt (vergl. die Ameisen). Die Termiten, auch „weiße Ameisen" genannt, leben besonders in den Tropen, schon in Südeuropa kommen aber ein paar Arten vor (eine davon ist in Fig 362 abgebildet); sie verursachen oft einen bedeutenden Schaden, indem sie ihre Nester in Holzwerk anlegen, ferner durch das Auffressen von Kleidern, Geräten etc.

8. Die Libellen oder Wasserjungfern (*Libellulidae*) besitzen vier große, gleichartig entwickelte und ungefähr gleich große Flügel, die mit einem dichten Rippennetz ausgestattet sind. Die Beine schwach. Hinterleib meistens gestreckt, mit zwei ungegliederten Raifen. Ausgezeichnete Flieger, Räuber, die ihre Beute (z. B. Schmetterlinge) im Fluge ergreifen[1]). — Bei den Larven (Fig. 354, S. 353), die im Süßwasser leben, ist die Unterlippe zu einem langschaftigen, vorstreckbaren, als „Maske" bezeichneten Greifwerkzeug ausgebildet und sie atmen vermittelst Tracheenkiemen (vergl. S. 343), eines reichen Systems im Enddarm ent-

1) Sehr eigentümlich ist die Begattung der Libellen. Das zweite Hinterleibssegment ist beim Männchen angeschwollen und mit einem Begattungsapparat ausgestattet, der vor der Begattung mit Samen gefüllt wird, indem die Spitze des Hinterleibs, auf welcher der Samengang mündet, nach ihm hin gebogen wird. Das Männchen greift dann vermittelst der Schwanzraife das Weibchen um den Hals herum, und letzteres krümmt darauf seinen Körper derartig zusammen, daß das Hinterleibsende den Begattungsapparat des Männchens erreicht, so daß die Begattung vollzogen werden kann.

wickelter Falten; der Enddarm saugt rhythmisch das Wasser ein und stößt es wieder aus.

9. Die Eintagsfliegen (Gattung *Ephemera* u. a.) sind gewöhnlich kleinere Insecten, bei denen die Hinterflügel weit kleiner sind als die Vorderflügel (oder fehlen). Die Mundteile der Imago sind rudimentär (Darmkanal mit Luft erfüllt); Hinterleib hinten mit zwei oder drei langen gegliederten Fäden. — Die Larve lebt im Wasser und besitzt ebenso wie die der Libellen ein geschlossenes Tracheensystem und ist mit blattförmigen oder verästelten Tracheenkiemen ausgestattet, die in einer Reihe längs jeder Seite des Hinterleibs angebracht sind. Es sind gefräßige Raubtiere mit wohlentwickelten Mundteilen; einige graben sich Gänge in die Ufer. — Die Eintagsfliegen durchlaufen ein Subimago-Stadium (vergl. S. 358). Als Imagines nehmen sie keine Nahrung zu sich, und manche Arten leben als solche nur wenige Nachtstunden, andere wenige Tage, während das Larvenleben, wenigstens bei einigen, ein paar Jahre dauert. — Mehrere Arten in Deutschland gemein.

10. Die Bücherläuse (*Troctes*) sind kleine flügellose Orthopteren, die häufig zwischen altem Papier, in Insectensammlungen und dergl. vorkommen; sie bilden zusammen mit einigen geflügelten Verwandten (*Psocus*), die im Walde leben, eine besondere kleine Familie.

11. Zu den Orthopteren gehören auch die Pelzfresser (*Mallophaga*), kleine abgeplattete, lausähnliche Tiere mit ziemlich festem Chitinskelet; der Kopf ist breiter als die Vorderbrust und trägt die gewöhnlichen beißenden Mundteile, von denen namentlich die Vorderkiefer wohlentwickelt sind. Jederseits am Kopfe ein Punktauge, das aber auch fehlen kann. Die zahlreichen Arten dieser Abteilung leben ausschließlich an Säugetieren (Haarlinge) und Vögeln (Federlinge), deren Epidermis, Haare und Federn sie benagen. An Säugetieren trifft man besonders Arten der Gattung *Trichodectes*, unsere gewöhnlichen Haustiere besitzen je eine (*T. canis* beim Hunde); an den Vögeln zahlreiche Arten anderer Gattungen.

Anmerkung. An die Mallophagen schließen sich in vielen Punkten des Baues die **Läuse** (*Pediculidae*), deren Mundwerkzeuge jedoch zum Saugen eingerichtet und damit total umgestaltet wurden. Ebenso wie die Mallophagen sind sie flügellos, und eine Metamorphose fehlt. Der Kopf ist schmal, mit einem Punktauge jederseits. Die kleine Mundöffnung befindet sich vorn, und in den vordersten Teil der Mundhöhle mündet ein tiefer ventraler Sack, in dem ein dolchförmiges Werkzeug, die umgebildete Unterlippe, liegt; Vorder- und Mittelkiefer fehlen. Wenn die Laus saugen will, so wird zunächst der vorderste Teil der Mundhöhle ausgestülpt (an dem einige kurze gebogene Dornen sitzen, die den Kopf der Laus an der Haut des Wirts fixieren), dann wird die dolchförmige Unterlippe hervorgeschoben und mit ihr das nötige Loch in der Haut hervorgebracht. Die Beine, die kurz und kräftig sind, enden jedes mit einer Art Greifzange, womit sie die Haare umklammern: der ein-

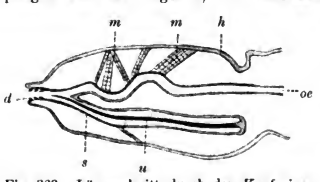


Fig. 363. Längsschnitt durch den Kopf einer Laus, Schema. *d* Dornen am Eingang der Mundhöhle. *h* Haut. *m* Muskeln zur Erweiterung der Mundhöhle beim Saugen. *oe* Speiseröhre. *s* Wand des Sackes, in dem *u*, die Unterlippe sitzt.

gliedrige Fuß trägt eine sehr kräftige Kralle, die gegen einen vom unteren Ende der Schiene entspringenden Fortsatz greift. Hinterleib abgeplattet. Die großen Eier („Nisse“) werden an den Haaren des Wirts festgeklebt. Die Läuse leben nur bei Säugetieren, an deren Haut sie als stationäre Schmarotzer wohnen und deren Blut sie saugen. Auf dem Menschen kommen vor: die Kopflaus (*Pediculus capitis*) und die Kleiderlaus (*P. vestimenti*), die einander sehr ähnlich sind und von denen erstere ausschließlich im Kopfhaar, die andere auf den unbehaarten (richtiger: schwachbehaarten) Teilen des Körpers lebt, ferner die Filzlaus (*Phthirius pubis*), an den behaarten Teilen des Körpers mit Ausnahme des Kopfhaares (in den Scham- und Barthaaren etc.); letztere zeichnet sich durch die außerordentliche Breite der Brust und des Hinterleibes aus. Andere Arten bei den Haussäugetieren etc.

3. Ordnung. **Rhynchota** oder **Hemiptera**, **Schnabelkerfe.**

Die Rhynchoten — Wanzen und Zirpen — durchlaufen ebenso wie die Insecten der vorigen Ordnung eine unvollkommene Metamorphose (vergl. S. 352—53); die Larve ist manchmal nicht wenig von der Imago verschieden. Die Mundteile sind zu einem Saugwerkzeug, dem Rüssel, umgebildet, dessen Bau schon oben (S. 333) geschildert wurde.

1. Unterordnung. **Homoptera, Zirpen** oder **Cicaden.**

Vorder- und Hinterflügel sind in der Regel gleichartig, beide häutig[1]), die Vorderflügel größer als die Hinterflügel. Der Kopf ist groß. Der Rüssel entspringt hinten von der Unterseite des Kopfes, dicht an der Brust. — Alle saugen Pflanzensäfte.

1. Die Singzirpen (*Cicada*) sind große Cicaden, deren Männchen einen eigentümlichen „Gesang“ dadurch erzeugen, daß eine kleine, in einer Einsenkung gelegene, besonders ausgebildete Partie der Haut jederseits an der Hinterbrust durch Muskelkontraktion in Schwingungen versetzt wird. Vermittelst eines Legestachels legen die Weibchen ihre Eier in Aeste ab; die Larven, deren Vorderbeine zum Graben eingerichtet sind, gehen aber in die Erde hinab, wo sie sich von Wurzelsäften saugend ernähren; erst wenn die Metamorphose unmittelbar bevorsteht, verläßt die Larve die Erde, geht auf die Bäume und häutet sich hier zum letzten Mal; die Imago saugt die jungen Triebe aus. Die Abteilung gehört vorzüglich den wärmeren Ländern an; in Süddeutschland kommen jedoch noch Arten vor. In Nordamerika lebt die siebzehnjährige Cicade (*Cicada septendecim*), deren Entwicklung 17 Jahre dauert (eine Varietät derselben Art hat eine Entwicklungszeit von 13 Jahren). — In temperierten Ländern kommen zahlreiche kleinere, gewöhnlich springende Arten von Kleinzirpen vor, ohne Gesangapparat. Gewisse Kleinzirpen-Larven (Schaumzirpen) sitzen an verschiedenen Pflanzen saugend von einer speichelartigen, schaumigen Masse umgeben („Kuckucksspeichel“), den flüssigen Excrementen der Larve, die mit Luft aus den Stigmen gemischt und dadurch zu einem Schaum werden, der sich über den Körper ergießt (das Tier sitzt mit dem Kopf nach unten).

2. Die Blattläuse (*Aphidae*), zeichnen sich durch ihren plumpen, in der Regel dünnhäutigen Körper, schwache Beine, spärliches Rippen-

1) Nicht selten sind die Vorderflügel in ihrer ganzen Ausdehnung lederartig

netz der Flügel und geringe Größe aus; häufig fehlen die Flügel, besonders bei den Weibchen; es sind träge Tierchen, die scharenweise zusammenleben. Manche von ihnen besitzen Drüsen, die wollartig den Körper umgebende, feine Wachsfäden absondern; ferner ist bei einem großen Teil der Blattläuse ein Paar Drüsen vorhanden, die hinten auf dem Hinterleibsrücken mit zwei Oeffnungen ausmünden, die entweder jede auf einer Warze oder an der Spitze einer längeren, vorstehenden Röhre sich befinden; diese Drüsen sondern einen fettartigen Stoff ab. Ihre flüssigen Excremente sind sehr zuckerhaltig („Honigtau"). Allgemein findet eine Heterogonie statt: es erscheinen nacheinander mehrere parthenogenetische Generationen und zuletzt eine Männchen-Weibchen-Generation. Bei den gemeinen Blattläusen (*Aphis*), die in großen Scharen an den Blättern von allerlei Kraut- und Holzpflanzen leben, treten z. B. im Laufe des Sommers mehrere aufeinander folgende Generationen von lebendig gebärenden, meist ungeflügelten Weibchen auf, die sich ohne Befruchtung fortpflanzen, und im Herbst schließlich eine Generation von in der Regel ungeflügelten Weibchen und meistens geflügelten Männchen, die sich begatten, Eier ablegen und sterben. Diesen Eiern entstammt die im nächsten Frühling erscheinende erste weibliche Generation. — Die Reblaus (*Phylloxera vastatrix*), berühmt wegen der furchtbaren Verheerungen, welche sie namentlich in den französischen Weinbergen angerichtet hat, ist in Nordamerika zu Hause, wo sie übrigens keinen bedeutenderen Schaden verursacht hat, und wurde mit amerikanischen Reben nach Europa eingeführt. Im Frühling trifft man flügellose Weibchen, die an den Wurzeln des Weinstocks saugen und an diesen knotenförmige Anschwellungen erzeugen. Sie legen je ca. 30 bis 40 unbefruchtete Eier, aus denen eine Generation kommt, die den Müttern ähnlich ist. Auf diese Weise werden 5—8 ähnliche Generationen den Sommer hindurch erzeugt. Zuletzt entwickelt sich aus den Eiern der flügellosen Weibchen eine Generation, die aus geflügelten Weibchen besteht, die, bevor ihre Flügel ausgebildet sind, sich auf die oberirdischen Teile des Weinstocks begeben, an denen sie nachher je ca. 4 ebenfalls unbefruchtete Eier ablegen. Diese Eier sind von zweierlei Größe. Aus den größeren kommen Weibchen, aus den kleineren Männchen; beide Geschlechter sind von geringer Größe, flügellos, die Mundteile sind rudimentär, und der Darmkanal fehlt, so daß sie keine Nahrung aufnehmen können; nach der Befruchtung legen die Weibchen je ein einziges Ei ab, das vor der Ablage den größten Teil ihres

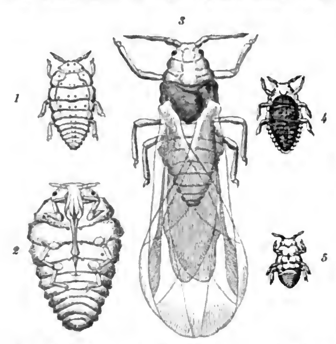


Fig. 364. *Phylloxera vastatrix*. *1* junges Weibchen einer der ungeflügelten parthenogenetischen Generationen; *2* älteres derselben von der Unterseite. *3* ausgebildetes Weibchen der geflügelten Generation. *4* Weibchen der Generation, welche aus beiden Geschlechtern besteht (das Ei schimmert durch die Haut hindurch); *5* Männchen. Alle Figg. in gleicher Vergr. — Nach Cornu.

kleinen Körpers ausfüllt. Diese Eier, die unter einer Rindenschuppe abgelegt werden, überwintern und werden das nächste Jahr zu einer Generation von Weibchen, die auf die Wurzeln[1]) hinab wandern und sich dort parthenogenetisch fortpflanzen etc. (Außer den befruchteten Eiern überwintert auch eine Anzahl flügelloser parthenogenetischer Weibchen im Larvenstadium, indem sie an den Wurzeln festgesogen sitzen). — Verschiedene Aphiden erzeugen auf Bäumen und Sträuchern charakteristische Gallen. *Chermes abietis* erzeugt z. B. durch Saugen an den jungen Fichtentrieben die bekannte tannenzapfenähnliche Galle, indem die Nadeln kurz und breit werden; an Pappelblattstielen erzeugt *Pemphigus spirothecae* eine korkzieherartig gewundene Galle; Kräuselungen der Blätter oder Beutelgallen werden von verschiedenen Blattläusen an Ulmenblättern hervorgebracht etc.

3. Bei den Schildläusen (*Coccidae*) fehlt eine Heterogonie. Die beiden Geschlechter sind in der Regel sehr verschieden. Die Weibchen sind plumpe, flügellose, kurzbeinige (oder völlig gliedmaßenlose) Tiere, die in der Regel nur als Junge einigermaßen beweglich sind, während sie später ganz unbeweglich werden und an einer Stelle festgesogen sitzen bleiben, wo sie auch ihre Eier ablegen; nach der Eiablage ist der Körper des Weibchens bei einigen (*Lecanium*) zu einem gewölbten, die Eier überdeckenden Schild zusammengeschrumpft; oder das Weibchen ist an seiner Oberseite von einer zusammenhängenden Wachsplatte, einer Absonderung von Hautdrüsen bedeckt, unter der die Eier abgelegt werden (*Aspidiotus*), etc. Die Männchen sind dagegen mit wohlentwickelten Vorderflügeln (mit wenigen Rippen) ausgestattet, während die Hinterflügel schwingkölbchenartig sind oder fehlen; die Mundteile sind rudimentär. Als Larven sind sie den jungen Weibchen ähnlich. Die Larven, die zu Männchen werden, treten in einen eigenartigen puppenähnlichen Ruhezustand ein, während dessen sie sich mehrmals häuten, um schließlich in die Imagoform überzugehen. (Von der gegebenen Darstellung der allgemeinen Verhältnisse der Schildläuse weichen jedoch mehrere Formen in gewissen Beziehungen ab: bei einigen ist das Weibchen sein ganzes Leben hindurch beweglich und bleibt nicht über den Eiern sitzen; unter diesen Formen gibt es wieder einzelne, bei denen beide Geschlechter mit vier Flügeln ausgestattet sind und die somit einen Uebergang zu den Blattläusen bilden.) Die bekannteste Schildlaus ist die Cochenillelaus (*Coccus cacti*), die auf gewissen mexikanischen Cactus-Arten lebt: die Weibchen sind flügellose, plumpe Tiere, die die Eier nicht mit ihrem Körper überdecken; die Cochenille des Handels besteht aus den eingetrockneten Weibchen. Der Schellack ist ein harzartiger Stoff, der durch den Stich gewisser Cocciden (*Coccus lacca* u. a.), die in Indien, Mexiko etc. auf verschiedenen Bäumen leben, aus den Aesten austritt und die Tiere völlig umhüllt.

2. Unterordnung. **Heteroptera, Wanzen.**

Vorder- und Hinterflügel sind verschieden; letztere sind dünn, häutig, zum Fluge eingerichtet, erstere sind als Flügeldecken ausgebildet, die jedoch nicht in ihrer ganzen Länge, sondern nur in der proximalen Hälfte (oder mehr) lederartig verdickt sind; die dünnen

1) Bisweilen bleibt diese Generation auf den Blättern, wo sie eine Gallenbildung hervorruft, und wandert erst eine spätere Generation nach den Wurzeln.

Spitzenteile der Flügeldecken liegen im Ruhezustande übereinander (Fig. 353, 4) (übrigens ist der Gegensatz der beiden Abschnitte des Vorderflügels bisweilen fast ganz verwischt). Die Flügeldecken bedecken den größten Teil der Mittelbrust, die Hinterbrust und den Hinterleib; ein dreieckiger, mittlerer Teil der Mittelbrust (das Schildchen, *Scutellum*) bleibt aber unbedeckt. Der Rüssel entspringt vorn an dem gewöhnlich kleinen Kopf; die Vorderbrust ist groß und selbständig beweglich, der ganze Körper meistens abgeplattet. Bei den Landwanzen öffnet sich auf der Unterseite der Hinterbrust ein Paar Stinkdrüsen, deren Secret häufig einen ungemein widrigen Geruch besitzt. — Die Wanzen saugen Säfte von Pflanzen oder Tieren (Insecten, Wirbeltieren).

1. Landwanzen (*Geocores*) ist die gemeinsame Bezeichnung für eine große Anzahl Wanzen (mehrere Familien). Sie haben wohlentwickelte Antennen und einen langen Rüssel. Die meisten leben auf dem Lande; einige sind Pflanzensauger, andere Raubtiere, die Insecten aussaugen, einzelne leben als Schmarotzer an Wirbeltieren; manche sind durch prächtige Farben ausgezeichnet. — Die Bettwanze (*Cimex* [*Acanthia*] *lectularius*) ist eine äußerst abgeplattete, bräunliche, flügellose Landwanze, die als temporärer Schmarotzer auf dem Menschen lebt. Sie soll ursprünglich aus Ostindien stammen. — Zu den Landwanzen gehören auch die Wasserläufer (*Hydrometra*), schlanke, gestreckte Tiere, die auf ihren langen Mittel- und Hinterbeinen lebhaft an der Oberfläche von süßen Gewässern umherlaufen; die Vorderbeine sind bedeutend kürzer als die übrigen, aber ziemlich kräftig und werden zum Einfangen von Insecten benutzt. Nahe Verwandte der Wasserläufer sind die Meerwanzen (*Halobates*), die auf dem offenen Meere umherlaufen; sie zeichnen sich besonders durch die außerordentlich geringe Größe des Hinterleibes aus.

2. Die Wasserwanzen (*Hydrocores*) haben kurze Antennen und einen kurzen Rüssel; sie leben im Wasser, das sie jedoch verlassen können, um in der Luft umherzufliegen. Sie ernähren sich alle vom Raub. Hierher gehören von in Deutschland lebenden Formen u. a. die Scorpionwanzen (*Nepa*), abgeplattete, dunkelgefärbte Tiere, die sehr allgemein im Süßwasser auf dem Grunde kriechend vorkommen; die Vorderbeine sind Greifwerkzeuge, die Schiene kann in eine Rinne des Schenkels eingeschlagen werden; am Hinterende zwei fadenähnliche, rinnenartig ausgehöhlte Fortsätze, die zusammen eine Röhre (die Atemröhre) bilden, an deren Grunde ein Paar Stigmen liegt. Ferner die Rückenschwimmer (*Notonecta*), mit langen nach außen gerichteten, an der Schiene und dem Fuß mit steifen Haaren ausgestatteten Hinterbeinen, die als Schwimmwerkzeuge fungieren.

4. Ordnung. **Neuroptera, Netzflügler.**

Die Neuropteren sind Insecten mit vollkommener Metamorphose, vier gleichartigen dünnen Flügeln und beißenden Mundteilen. Die Flügel besitzen bei einigen ein ähnliches dichtes Rippennetz wie bei den Libellen, bei anderen sind die Rippen spärlicher. Die Larven sind mit Beinen versehen, im übrigen aber äußerst verschieden. Die Puppen (Fig. 356, S. 355) sind dadurch ausgezeichnet, daß sie vor der Umwandlung zur Imago imstande sind, sich fortzubewegen und eine Stelle aufzusuchen, wo sie sich bequem verwandeln können; ist die Puppe in einen Kokon eingeschlossen, so beißt sie zuerst ein Loch in diesen und bewegt sich dann fort. Als Beispiele führen wir die folgenden Formen an.

1. Die Ameisenlöwen (*Myrmeleon*). Vorder- und Hinterflügel groß, gleichartig, fast von gleicher Größe, mit einem feinen, dichten Rippennetz. Im Habitus den Libellen sehr ähnlich. Die Larven, denen der Name „Ameisenlöwen“ eigentlich zukommt, haben kolossale, schlanke Vorderkiefer, die an der Unterseite rinnenförmig ausgehöhlt sind; auf diese Rinne paßt der langgestreckte Mittelkiefer, so daß je ein Vorder- und Mittelkiefer zusammen einen von einem Kanal durchbohrten Haken bilden; der Kanal führt in den Mund hinein, der sonst geschlossen ist. Die Larve sitzt in einer trichterförmigen Vertiefung im Sande und fängt vorüberkriechende kleine Insecten. Die Beute wird mittels der genannten Haken ausgesogen. Mehrere Arten in Deutschland. — Mit den Ameisenlöwen

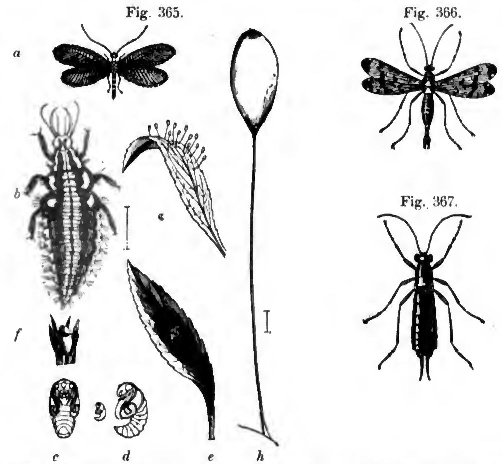


Fig. 365. *Chrysopa*. *a* Imago, *b* Larve, *c—d* Puppe, *e—f* Puppenhülle (*f* geöffnet), *g* Eier, *h* Ei, vergr. — Nach Taschenberg.
Fig. 366. *Panorpa communis*, ♂. Fig. 367. *Boreus hiemalis*, $^{5}/_{1}$.

nahe verwandt sind die Perlenaugen (*Chrysopa*), Fig. 365, kleine, zarte grünliche Insecten mit großen Flügeln, deren grünliche Larven, „Blattlauslöwen“, sich frei auf Bäumen umher bewegen und Blattläuse fressen. Die Eier sitzen auf je einem langen Stiel an Blättern.

2. Bei den Scorpionfliegen (*Panorpa*), Fig. 366, hat der Kopf eine schnabelartige Verlängerung und das Männchen besitzt eine Greifzange am Ende des Hinterleibes, die ähnlich wie der Gifthaken der Scorpione nach oben gebogen getragen wird. Lebhafte Räuber. Larve (mit Afterfüßen) lebt in der Erde von verwesenden Stoffen. *P. communis* im Sommer überall häufig. — Mit jenen verwandt ist der springende, flügellose (mit Flügelrudimenten ausgestattete) Gletschergast (*Boreus*

hiemalis), Fig. 367, ungefähr 4 mm lang, der von Oktober bis März als Imago vorkommt und zuweilen sogar an Gletschern angetroffen wird. Larve derjenigen der Scorpionfliegen ähnlich. In Deutschland selten.

3. Die Köcherfliegen (*Phryganea* u. a.). Die Flügel sind behaart oder beschuppt, die Hinterflügel, die breiter sind als die Vorderflügel, werden unter letzteren fächerförmig zusammengefaltet. Die Vorderkiefer rückgebildet. — Die Larven leben im Wasser; sie haben einen langen, weichen, zylindrischen, an den Seiten mit fadenförmigen Tracheenkiemen ausgestatteten Hinterleib, den sie in einer aus Pflanzenteilen, Schneckengehäusen oder Steinchen gebildeten Röhre bergen; die Teilchen der Röhre werden durch ein Gespinnst zusammengehalten. Wenn sie umherwandern, stecken sie Kopf, Beine und Brust aus der Röhre hervor; sie sind an der Röhre mittels zweier hakenförmiger Schwanzraife festgeheftet. Vor der Verpuppung schließt die Larve die Röhre mit einem Netz von Fäden, nachdem sie dieselbe zuerst an einem Gegenstand im Wasser angeheftet hat; die Puppe besitzt ebenso wie die Larve Tracheenkiemen. (Verschiedene Formen weichen in verschiedener Weise von der gegebenen Darstellung ab.)

Zu den Neuropteren wird von Einigen die kleine Gruppe der **Strepsipteren** gerechnet, deren systematische Stellung übrigens zweifelhaft ist. Als Larven leben die Tiere (Gattungen *Xenos*, *Stylops* etc.) in der Larve und später in der Imago von Bienen und Wespen, indem der Wirt sich trotz des Vorhandenseins des Schmarotzers metamorphosiert. Vor ihrer Verpuppung schiebt die Strepsipterenlarve sich zwischen zwei Hinterleibsringen des Wirts halbwegs hinaus, und hier findet man dann die Puppe mit einem Ende hervorstehend. Die Geschlechter sind äußerst verschieden: das Männchen hat wohlentwickelte Augen und Beine (ohne

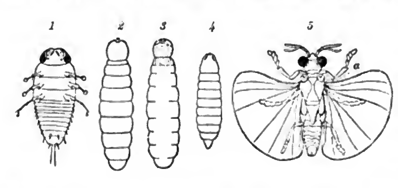


Fig. 368. *1—4 Xenos Rossii*, *5 X. Peckii*. *1* neugeborene Larve, *2* erwachsene weibl. Larve, *3* Weibchen (Imago), *4* erwachsene männliche Larve, *5* Männchen (*a* Vorderflügel). — *1—4* nach v. Siebold, *5* nach Kirby.

Krallen) und große Hinterflügel, die der Länge nach gefaltet werden können, während die Vorderflügel ganz rudimentär sind; das Weibchen ist madenförmig, ohne Gliedmaßen, Flügel und Augen, es verläßt den Körper des Wirts nicht. Die Larven entwickeln sich schon im mütterlichen Körper und werden als sechsbeinige Larven geboren, die sich lebhaft auf dem Körper des Wirts umherbewegen, um sich später in die Larven des letzteren einzubohren; in diese gelangt, werden sie madenförmig. (Sowohl der Larve als dem ausgebildeten Weibchen geht ein After ab.)

5. Ordnung. Coleoptera, Käfer.

Die Käfer haben eine vollkommene Metamorphose, beißende Mundteile, und die Vorderflügel sind zu Flügeldecken umgebildet. Der Kopf ist gewöhnlich teilweise in eine Aus-

höhlung an der Vorderbrust eingesenkt. Stirnauge fehlt fast immer. Die Vorderbrust ist groß, stark chitinisiert, mit der Mittelbrust stets beweglich verbunden; zwischen Vorder- und Mittelbrust eine tiefe Einschnürung. Mittel- und Hinterbrust, von denen letztere am stärksten entwickelt ist, sind unbeweglich verbunden; sie sind oben von den Flügeldecken überdeckt, die nur eine kleine dreieckige Partie der Mittelbrust (das „Schildchen", *Scutellum*) unbedeckt lassen (der vorderste Teil der Mittelbrust ist vom Hinterrande der Vorderbrust überdeckt). Die Vorderflügel sind Flügeldecken, die meistens in der Ruhe in einer Naht längs der Mittellinie des Rückens zusammenstoßen und daselbst sogar ineinander gefalzt sein können, während ihre seitlichen Ränder um den Seitenrand des Körpers herumgreifen (Fig. 329); sie bilden somit eine sehr vollkommene Decke nicht nur über den Hinterflügeln, sondern auch über der Rückenseite der Mittel- und Hinterbrust und in der Regel des größten Teiles des Hinterleibs; sie sind gewöhnlich sehr fest. (Abweichungen vergl. unten.) Die Hinterflügel sind echte, dünne und häutige Flügel, mit spärlichem Rippennetz; sie sind meist länger als die Flügeldecken und in der Ruhe nicht nur der Länge nach zusammengefaltet, sondern auch die Spitze ist „gebrochen". Die Hinterflügel sind übrigens bei nicht wenigen Käfern rudimentär oder fehlen, trotzdem sind aber in der Regel die Flügeldecken ebenso wohlentwickelt wie sonst; nur bei sehr wenigen fehlen beide Flügelpaare. — Die Larven sind sehr verschieden gestaltet; in der Regel besitzen sie Beine, können aber auch Maden sein.

Von dieser außerordentlich großen Ordnung führen wir im Folgenden nur einige der wichtigsten Familien auf.

1. Die Laufkäfer (*Carabidae*) sind schlanke, in der Regel dunkelgefärbte Tiere mit langen, kräftigen Beinen. Antennen fadenförmig, Vorderkiefer schlank, vorstehend. Beim Männchen sind die Vorderfüße sehr oft unten breit und filzig (um das Weibchen festzuhalten), übrigens sind die Füße lang und dünn. Die Larven, die ebenso wie die ausgebildeten Tiere fast immer ein räuberisches Leben führen, sind mit einer Gruppe Punktaugen auf jeder Seite und mit wohlentwickelten Beinen versehen. — Die Schwimmkäfer (*Dytiscidae*) sind Laufkäfer, die zum Wasserleben ausgebildet sind; sie weichen darin ab, daß der Körper breit, oval ist und daß die Hinterbeine Schwimmwerkzeuge geworden sind, indem die Füße zusammengedrückt und längs des Randes behaart wurden. Beim Männchen sind die drei ersten Glieder der Vorderfüße noch breiter als bei den Laufkäfern und mit Saugnäpfchen (umgebildeten Haaren) an der Unterseite versehen. Sie kommen an die Oberfläche, um zu atmen; des Nachts verlassen sie häufig das Wasser und fliegen umher. Die Larven, die ebenfalls im Wasser leben, sind schlanke Tiere mit am Rande behaarten Beinen; die langen, dünnen Vorderkiefer sind von einem feinen Kanal durchbohrt, der sich an der Spitze und am entgegengesetzten Ende in die Mundhöhle öffnet (eigentlich ist der Kanal eine Rinne mit aneinander gelegten Rändern; vergleiche den Giftzahn der Schlangen), während die Mundöffnung sonst geschlossen ist. Mit den Vorderkiefern wird die Beute ausgesogen, nachdem deren Inneres von der Larve durch die Einwirkung eines dem Chylusdarm entstammenden Secrets aufgelöst worden ist. — Mit den Schwimmkäfern verwandt sind die Taumelkäfer (*Gyrinidae*), kleine Insecten, die an der Oberfläche des Wassers lebhaft umherschwimmen. Sie sind in mehreren Beziehungen ausgezeichnet: die Mittel- und Hinterbeine sind zu kurzen, walflossenähnlichen Schwimmwerkzeugen umgebildet,

während die längeren Vorderbeine eine normalere Form besitzen und als Klammerwerkzeuge etc. verwendet werden, wenn das Tier im Wasser untergetaucht ist. Die Augen sind in je ein oberes und ein unteres geteilt, von denen jenes nach oben, letzteres nach unten sieht. Die Larven, deren Stigmen geschlossen sind, besitzen eine Reihe fadenförmiger Kiemen längs der Seiten des Hinterleibes.

2. Bei den Kurzflüglern (*Staphylinidae*) sind die Flügeldecken sehr verkürzt, so daß der größere Teil des sehr beweglichen und auch oben stark chitinisierten Hinterleibes unbedeckt ist; die Hinterflügel sind zweimal der Quere nach zusammengelegt, um unter den Flügeldecken Platz zu finden. Die Larven sind denen der Laufkäfer ähnlich. Außerordentlich artenreiche Käferfamilie.

3. Die Aaskäfer (*Silphidae*) haben keulenförmige oder wenigstens gegen die Spitze hin verdickte Antennen. Sie ernähren sich hauptsächlich von Aas. Hierher gehört die Gattung *Silpha* (Aaskäfer im engeren Sinne) mit den ganzen Hinterleib überdeckenden Flügeldecken und von abgeplatteter ovaler Körperform; die Larven sind breit und abgeplattet, streifen frei umher; sowohl die Larven als die Erwachsenen ernähren sich in der Regel von toten Tieren. Ferner die Totengräber (*Necrophorus*) mit langgestrecktem Körper und abgestutzten Flügeldecken, die das Hinterende des Körpers unbedeckt lassen (sie erzeugen einen Laut, indem sie die Rückenseite des 5. Hinterleibsringes, die mit zwei quergeriefelten Feldern versehen ist, gegen den Hinterrand der Flügeldecken reiben); sie vergraben, mehrere vereint, die Leichen kleiner Säugetiere u. a., indem sie die Erde darunter entfernen, und legen dann ihre Eier an ihnen ab; die Larven sind blaß und plump, jedoch mit Beinen und Augen ausgestattet und ernähren sich von dem durch die Fürsorge der Eltern vergrabenen Aas.

4. Die Speckkäfer (*Dermestidae*) sind kleine, mit gekeulten Fühlern ausgestattete Insecten, deren Körperoberfläche mit kurzen anliegenden Haaren versehen ist. Die Larven sind mit zahlreichen aufgerichteten Haaren ausgestattet; die Puppe bleibt in der geplatzten Larvenhaut liegen, die somit als Puppenhülle dient. Die Speckkäfer und ihre Larven ernähren sich von toten tierischen Stoffen und sind häufig Woll- und Pelzwaren, Museumsgegenständen etc. verderblich.

5. Die Hydrophiliden sind größtenteils Wasserkäfer, die eine gewisse äußerliche Aehnlichkeit mit den Schwimmkäfern besitzen, von denen sie aber u. a. durch die keulenförmigen Fühler abweichen. Auf der Unterseite des Körpers ein samtartiges Haarkleid, in dem das Insect Luft von der Oberfläche mit in das Wasser hinabnimmt. Manche Arten legen Eier in Kokons ab.

6. Die Blatthornkäfer (*Scarabaeidae* oder *Lamellicornia*) sind eine sehr artenreiche Käferfamilie, die eine Fülle prächtiger und ausgezeichneter Formen enthält. Die letzten (drei oder mehr) Glieder der Fühler bilden eine Blätterkeule; jedes der betreffenden Glieder (Fig. 325, 7, S. 330) ist nach einer Seite blattartig verbreitert, und die Blätter bilden, wenn sie aneinander gelegt werden, zusammen eine keulenförmige Anschwellung. Die Vorderbeine sind mehr oder weniger ausgeprägte Grabbeine, mit abgeplatteten und stacheligen Schienen. Der ganze Körper gewöhnlich ziemlich plump. Die Männchen sind oft von den Weibchen sehr abweichend, mit Auswüchsen am Kopfe und an der Vorderbrust etc. Die Larven (Fig. 355, 2, S. 354) sind weißlich (mit Ausnahme des stark chitinisierten Kopfes), dick, weichhäutig, spärlich behaart, blind; die Beine ziemlich

schwach, der Hinterleib wurstförmig gekrümmt, sein Ende oft sackförmig angeschwollen. Sowohl die Larven als die Erwachsenen sind Pflanzen- oder Mistfresser. Zu dieser Familie gehören unter anderen folgende: Der Maikäfer (*Melolontha vulgaris*), das Männchen vom Weibchen durch größere Fühlerkeule unterschieden; die Larve (Engerling) lebt von Wurzeln, die Imago von Blättern; die ganze Lebensdauer des Tieres beträgt in Norddeutschland 4, in Süddeutschland 3 Jahre. Die Rosenkäfer (*Cetonia*) sind glänzend grün; Flügeldecken mit einer Ausbuchtung am Seitenrande, so daß das Tier die Hinterflügel ausstrecken kann, ohne die Flügeldecken zu öffnen, und mit zusammengeklappten Flügeldecken umherfliegen kann; die Larve lebt in faulem Holze und in Ameisennestern. Der Nashornkäfer (*Oryctes nasicornis*) ist ein großer brauner Blatthornkäfer, dessen Männchen einen großen Fortsatz am Kopfe trägt; die Larve in Gerberlohe und dergl. Die Larven und Imagines der Gattung *Aphodius* (Dungkäfer) werden häufig im Dünger gefunden. Die Roß- und Mistkäfer (*Geotrupes*), plumpe, blaugefärbte Tiere mit kräftigen Grabbeinen, sind ebenfalls Mistfresser. Der Hirschkäfer (*Lucanus cervus*) ist der stattlichste deutsche Käfer; das Männchen (Fig. 89, S. 108) hat einen großen viereckigen Kopf und kolossale geweihähnliche Vorderkiefer; die Larve in faulem Eichenholz.

7. Die Schnellkäfer (*Elateridae*) haben eine abgeplattete, langgestreckt-ovale Körperform. Die Vorderbrust ist lang, mit der Mittelbrust sehr beweglich verbunden; ein hinten von der Vorderbrust entspringender Stachel greift in eine Grube der Mittelbrust ein; wenn das Tier die Vorderbrust nach oben hebt, wird dieser Stachel gleichzeitig gegen den Rand der Grube gestemmt, und wenn dann das Tier plötzlich den Stachel in die Grube zurückgleiten läßt, so schlägt es gewaltsam gegen die Unterlage und schnellt hoch empor (das Emporschnellen findet sowohl bei Rücken- als bei Bauchlage des Tieres statt). Die Larven („Drahtwürmer") sind gestreckte, gleichbreite, fest chitinisierte Tiere mit Beinen, aber ohne Augen; letztes Segment groß, verschieden geformt; Pflanzenfresser. — Die Prachtkäfer (*Buprestidae*) sind den Schnellkäfern in Leibesform ähnlich; sie unterscheiden sich aber unter anderem dadurch, daß ihnen der Springapparat abgeht. Die Larven sind weißlich, blind, gliedmaßenlos, die Vorderbrust, in die der größere Teil des Kopfes eingesenkt ist, meistens sehr groß und breit, der Hinterleib schmal; sie leben in und von Holz, ungefähr wie die Bockkäferlarven, denen sie sehr ähnlich sind. Die Prachtkäfer sind besonders in den Tropen reich vertreten; daselbst findet man große prächtige Formen, in den Ländern der gemäßigten Zone kommen nur relativ wenige, meist kleinere Formen vor.

8. Bei den Weichflüglern (*Malacoderma*) hat das Hautskelet eine für Käfer ungewöhnlich weiche Beschaffenheit, so daß z. B. die Flügeldecken sich beim Eintrocknen krümmen. Die Flügeldecken schließen weniger eng an den Körper als gewöhnlich. Hierher gehören die Johanniswürmchen oder Leuchtkäfer (*Lampyris*), deren Weibchen sowohl Vorder- als Hinterflügel fehlen, so daß es larvenähnlich erscheint; sowohl die Imago (beide Geschlechter) als die Larve (die sich von Schnecken ernährt) haben Leuchtorgane auf der Unterseite des Hinterleibes. Die verwandte Gattung *Telephorus* (die nicht leuchtet) kommt im Sommer auf Blumen ungemein häufig vor.

9. Die Pflasterkäfer (*Vesicantia*) sind heteromere Käfer, d. h. die Füße der Vorder- und Mittelbeine sind 5-gliedrig, die der Hinterbeine

4-gliedrig [1]). Der Kopf ist hinten halsartig eingeschnürt, die Vorderbrust schmäler als die Flügeldecken, die weniger fest als bei den meisten anderen Käfern sind. Im Blute sind blasenziehende Stoffe enthalten. Die Eier werden meist in Erdlöcher gelegt; die neugeborenen, mit Augen und wohlentwickelten Beinen ausgestatteten Larven kriechen auf Pflanzen hinauf, heften sich gewissen Bienen an und kommen mit diesen in ihre Nester hinein; in dem Augenblicke, wo die Biene ein Ei ablegt, verläßt die Pflasterkäferlarve diese und bleibt in der Bienenzelle, wo sie zuerst das Ei auffrißt, nachher ihre Form ändert und sich zu einem plumpen, blinden, kurzbeinigen Geschöpf umbildet, das den für die Bienenlarve bestimmten Vorrat verzehrt. Hierzu gehören die Oelkäfer (*Meloë*), die keine Hinterflügel haben und deren kurze Flügeldecken nicht aneinander stoßen, sondern mit den Innenrändern übereinander greifen. Ferner die Spanische Fliege (*Lytta vesicatoria*), ein schöner, smaragdgrüner Käfer mit wohlentwickelten Flügeldecken und Hinterflügeln; in Deutschland ebenso wie die Oelkäfer häufig. — Zu einer anderen Familie der heteromeren Käfer gehört der Mehlkäfer (*Tenebrio molitor*), ein braunes, längliches, laufkäferähnliches Tier, dessen den Schnellkäferlarven ähnliche Larve in Mehl und Korn lebt und unter dem Namen „Mehlwurm“ allbekannt ist.

10. Die Blattkäfer (*Chrysomelidae*) haben breite Füße, die anscheinend nur 4-gliedrig sind, indem das vorletzte Glied kurz und schwierig zu sehen ist (Käfer mit dieser Fußform werden als tetramer bezeichnet). Der Körper ist in der Regel plump und stark gewölbt, der Kopf mehr oder weniger von der Vorderbrust bedeckt, die Fühler kürzer als der Körper, die Farben lebhaft; aber auch mehr gestreckte Formen kommen vor (Rohrkäfer, *Donacia*). Die Larven sind meistens gefärbt, mit wohlentwickelten Gliedmaßen. Die Blattkäfer sind in der Regel kleinere Insecten, die sowohl als Imago wie als Larve auf und von Blättern leben. — Die Bockkäfer (*Cerambycidae*) sind aufzufassen als Blattkäfer, die sich dazu angepaßt haben, als Larven in Holz oder Rinde zu leben. Es sind meistens größere Insecten mit gestrecktem Körper und langen Fühlern (besonders bei den Männchen sind die Fühler oft sehr stattlich entwickelt). Die Larven, die sich in lebenden und (besonders) toten Bäumen aufhalten und darin Gänge ausnagen, sind weißlich, gestreckt, etwas abgeplattet, vorn etwas breiter, mit sehr kleinen Beinen (oder gliedmaßenlos).

11. Die Rüsselkäfer (*Curculionidae*) haben dieselbe Fußform wie die Blatt- und Bockkäfer. Es sind in der Regel kleine Insecten, deren Kopf vorn in einen kürzeren oder längeren, rüsselähnlichen Fortsatz verlängert ist, an dessen Spitze die kleinen, aber wohlentwickelten beißenden Mundteile sich befinden. Die Antennen sind keulenförmig. Die Larven (Fig. 354, 4) sind fußlose, gekrümmte, weißliche Maden. Sowohl die Larven als die Erwachsenen ernähren sich von pflanzlicher Nahrung (Blättern, Rinde, Holz, Wurzeln); die Larven leben fast immer versteckt. — Nahe verwandt sind die Borkenkäfer (*Tomicidae*) [2]), kleine zylin-

1) Die im Vorhergehenden erwähnten Käferfamilien haben in der Regel fünfgliedrige Füße an allen Beinen und werden als pentamere Käfer bezeichnet.

2) Mit den Borkenkäfern dürfen die Nagekäfer (*Anobium*) nicht verwechselt werden. Letztere besitzen eine ähnliche Körperform wie jene und nagen ebenfalls in Holz, unterscheiden sich aber leicht von jenen u. a. dadurch, daß die Füße 5 deutliche Glieder besitzen; die Larven sind mit Beinen ausgestattet (kleinen Scarabäenlarven ähnlich) und fressen meistens labyrinthische unregelmäßige Gänge in trockenem Holz, z. B. in Möbeln, die oft völlig von ihnen vernichtet werden.

drische Käfer mit kurzem, rüssellosem Kopfe; die Larven, die denen der Rüsselkäfer ähnlich sind, leben in kränkelnden oder kürzlich abgestorbenen Bäumen an der Grenze von Holz und Rinde, wo sie zierliche Gangsysteme bilden.

12. Die Marienkäferchen (*Coccinellidae*) haben scheinbar nur drei Glieder in jedem Fuße, tatsächlich aber vier, von denen das vorletzte sehr kurz ist (trimere Käfer). Es sind kleine, oft fast halbkugelige oder ein wenig ovale, gewölbte Käfer; der Kopf ist kurz, in die Vorderbrust eingesenkt, mit kurzen, gekeulten Fühlern; die Beine sind kurz. Die Larven sind denen der Blattkäfer ähnlich (auch die Imagines gleichen manchen Blattkäfern), sind aber, ebenso wie die vollkommenen Insecten, in der Regel Räuber, die Blattläusen u. dergl. nachstellen.

6. Ordnung. **Hymenoptera, Hautflügler.**

Die Hymenopteren sind Insecten mit vollkommener Metamorphose, beißenden Mundteilen und vier häutigen Flügeln. Der Kopf ist kurz und breit, von der Vorderbrust tief abgeschnürt und in letztere niemals eingesenkt, sondern stets ganz frei. Bei einigen Hymenopteren (Bienen) ist die Zunge, die aus den verwachsenen inneren Laden der Unterlippe gebildet ist, lang und auf ihrer Unterseite rinnenförmig ausgehöhlt, während die langen, abgeplatteten Unterlippentaster und Mittelkieferladen (von welch letzteren jederseits nur eine vorhanden ist) zusammen eine Röhre um jene bilden; vermittelst der Zunge und dieser Röhre werden süße Flüssigkeiten in den Mund eingesogen; daneben sind aber die Vorderkiefer kräftige Beißwerkzeuge. Die Vorderbrust ist nur schwach entwickelt. Der Schenkelring ist oft (bei den Blatt-, Holz-, Schlupf- und Gallwespen) in zwei Glieder geteilt. Von den Flügeln ist das vordere Paar fast immer bedeutend größer als das hintere; beide Paare sind mit einem nicht sehr dichten Rippennetz versehen. Der Vorderflügel und der Hinterflügel derselben Seite sind mittels einer Reihe kleiner Haken, die am Vorderrande des Hinterflügels sitzen und den umgebogenen Hinterrand des Vorderflügels umgreifen, verbunden; die beiden Flügel wirken deshalb während des Fluges als eine zusammenhängende Platte. Bei allen Hymenopteren ist das vorderste Hinterleibssegment mit der Hinterbrust unbeweglich verbunden, und bei der Mehrzahl (d. h. bei allen mit Ausnahme der Blatt- und Holzwespen) findet man eine tiefe Einschnürung zwischen diesem Hinterleibssegment und dem folgenden; man sagt dann, der Hinterleib sei gestielt, wobei aber nicht zu vergessen ist, daß die betreffende Einschnürung sich nicht zwischen Brust und Hinterleib, sondern am Hinterleib selbst befindet. Die auf die Einschnürung folgenden Segmente sind häufig schmäler als die übrigen Hinterleibsringe. Am Hinterende des Weibchens findet man einen hohlen, aus drei nadel- oder messerförmigen Teilen zusammengesetzten Stachel, durch den bei einigen Hymenopteren (den sub 1—3 genannten Formen) die Eier bei der Eiablage austreten und so an der gewünschten Stelle angebracht werden können (oftmals in eine Pflanze oder ein Tier): Legestachel; bei anderen (den sub 4—7 genannten) fungiert er dagegen als Giftstachel, indem sich an seiner Basis eine Giftdrüse öffnet, deren Secret durch den Stachelkanal austritt; sie stechen damit andere Tiere, entweder um sich zu wehren oder zu

anderen Zwecken (siehe die Grabwespen), und die Eier gehen bei diesen nicht durch den Stachelkanal. — Die bei manchen Hymenopteren vorkommenden Arbeiter sind stets Weibchen mit unvollkommen ausgebildeten Geschlechtsorganen; ihre Eierstöcke sind klein und erzeugen keine oder wenige reife Eier. Sie begatten sich nie, können aber manchmal, z. B. häufig bei Hornissen, Ameisen und Hummeln, Eier legen, die sich meist zu Männchen, bei gewissen Ameisen aber auch zu Weibchen entwickeln. — Die Larven sind bei der überwiegenden Mehrzahl weißliche, blinde Maden; nur bei den Blatt- und Holzwespen sind die Larven abweichend gestaltet, mit Beinen ausgestattet etc. (vergl. unten). Die Larven spinnen in der Regel vor der Verpuppung einen Kokon.

1. Die Blattwespen (*Tenthredinidae*). Hinterleib sitzend, d. h. ohne vordere Einschnürung, breit und kurz, beim Weibchen mit einem kurzen, gesägten Legestachel, mit dem es kleine Einschnitte in Blätter schneidet, in welche die Eier abgelegt werden. Einige Blattwespen pflanzen sich parthenogenetisch fort, entweder ausschließlich (?) oder neben einer Fortpflanzung mittels befruchteter Eier. Die Larven („Afterraupen") sind gefärbt, zylindrisch, denen der Schmetterlinge ähnlich; sie besitzen in der Regel außer den Brustfüßen noch 7—8 Paar Afterfüße ohne Haken (vergl. die Schmetterlinge) und ein Punktauge auf jeder Seite des Kopfes; sie leben auf und von Blättern. — Nahe verwandt sind die Holzwespen (*Uroceridae*: Gatt. *Sirex* u. a.), deren Hinterleib länger, zylindrisch und mit einem längeren Legestachel ausgestattet ist, während sie im übrigen mit den Blattwespen übereinstimmen; die Larven, die in Holz lange, geschlängelte Gänge nagen, sind blinde, weißliche Tiere mit 3 Paar kurzen Brustfüßen, aber ohne Afterfüße.

2. Die Gallwespen (*Cynipidae*) sind kleine Wespen mit gestieltem, linsenförmigem, zusammengedrücktem Hinterleib mit einem von der Unterseite entspringenden Legestachel; Flügel mit sehr schwachem Rippennetz. Die Larven leben in Gallen; das Ei wird an oder in lebenden Pflanzenteilen (Blättern, Stengelteilen, Knospen etc.) angebracht; später schwillt der betreffende Teil in einer für jede Art charakteristischen Weise durch die Einwirkung der Larve auf das Pflanzengewebe an, und letztere lebt in und von der so gebildeten Galle. Bei einer Anzahl der zahlreichen auf der Eiche lebenden Gallwespenarten beobachtet man einen regelmäßigen Wechsel von parthenogenetischen und zweigeschlechtlichen Generationen (je eine jährlich); beide Generationen sind untereinander verschieden und erzeugen Gallen von sehr verschiedenem Aussehen.

3. Die Schlupfwespen (*Ichneumonidae* etc.) sind eine sehr umfangreiche Gruppe meistens sehr kleiner Hymenopteren, oft mit sehr langem Legestachel, deren Larven als Schmarotzer in (selten äußerlich an) Insectenlarven, -puppen, -eiern leben; besonders sind die Schmetterlingsraupen von ihnen heimgesucht; einige schmarotzen sogar in anderen Schlupfwespenlarven. Sie ernähren sich vom Blut des Wirtes; es können entweder ein oder mehrere (viele) in demselben Wirte vorhanden sein.

4. Die Grabwespen (*Crabronidae, Pompilidae*) haben, ebenso wie die folgenden Gruppen, einen gestielten Hinterleib und einen Giftstachel. Sie fangen Insecten (auch Larven) oder Spinnen, lähmen sie durch Stiche und tragen sie in das Ende einfacher oder verzweigter Röhren, die sie in die Erde graben oder in morschem Holz, in trockenen Stengeln etc. ausnagen; darauf legen sie in jede Röhre oder Röhrenzweig ein Ei und verschließen die Röhre; die Larve ernährt sich von dem ein-

gesammelten Vorrat. Andere teilen die Röhren durch Lehmwände in „Zellen" und legen in jede Zelle ein Ei etc.

5. Die eigentlichen Wespen oder Faltenwespen (*Vespariae*) zeichnen sich dadurch aus, daß die Fühler gebrochen und die Vorderflügel in der Ruhe längsgefaltet sind. Einige von ihnen sind einzeln lebende Tiere, die eine ähnliche Lebensweise führen wie die Grabwespen; andere, darunter die Gattung *Vespa* (Papierwespen, Hornisse), leben in kleineren oder größeren Gesellschaften, die aus Männchen, Weibchen und Arbeitern, alle geflügelt, bestehen, und bauen sich künstliche Nester; letztere bestehen aus einer oder mehreren wagerechten Waben, aus je einer Anzahl nebeneinander angeordneter prismatischer, sechseckiger, an einem Ende geschlossener Röhren (sog. Zellen) zusammengesetzt, die senkrecht mit der Oeffnung nach unten gestellt sind und die als Wohnungen für die Larven und Puppen verwendet werden; die Waben können durch kurze Pfeiler verbunden und das ganze Nest von lockeren oder festeren Hüllen umgeben sein; als Material zum Nestbau verwenden die Tiere meistens eine aus fein gekauten Holzteilen gebildete Masse, die im trockenen Zustande papierähnlich erscheint. Die Larven werden mit gekauten Insecten gefüttert, die Imagines ernähren sich von Säften. Mit Ausnahme der jungen befruchteten Weibchen stirbt die ganze Bevölkerung der Nester im Spätherbst aus; jene überwintern dagegen und gründen im nächsten Frühling je ein neues Nest, dessen Aufbau später die von ihnen erzeugten Arbeiter fortsetzen; die oft großen Nester sind somit die Arbeit eines einzigen Sommers.

6. Die Ameisen (*Formicariae*) sind vor anderen Hymenopteren dadurch kenntlich, daß das 2. (oder 2. und 3.) Hinterleibssegment bedeutend schlanker als die folgenden und mit einem aufrechten, schuppen- oder knotenartigen Auswuchs versehen ist; die Fühler sind ebenso wie bei den Wespen gebrochen. Die Ameisen bilden Gesellschaften, die aus geflügelten Männchen und Weibchen[1]) und ungeflügelten „Arbeitern" bestehen. Bei einigen Ameisen treten die Arbeiter unter zwei verschiedenen Gestalten auf, einige mit großem Kopfe (Soldaten), andere mit kleinerem Kopfe (eigentliche Arbeiter). Einige Ameisen (natürlich nur Weibchen und Arbeiter) besitzen einen Giftstachel, andere nur die entsprechende Giftdrüse, deren Secret ausgespritzt wird. Die Nester, die aus unregelmäßigen Kammern und labyrinthischen Gängen bestehen, werden in den meisten Fällen in die Erde miniert oder in Baumstümpfen ausgenagt; die Erdminierer legen häufig die ausgegrabene Erde oben auf das Nest und bilden dadurch Hügel, in die das Nest fortgesetzt wird; andere (z. B. die rote Waldameise, *Formica rufa*) bauen Hügel aus Fichtennadeln, Blättern etc.; wieder andere bauen in hohlen Bäumen ein Nest, dessen Wandungen aus Holzstaub und ähnlichen Dingen besteht, die durch Speichel zusammengekittet werden. Die Ameisen ernähren sich ausschließlich von flüssiger Nahrung, Säften von Pflanzen und Tieren; die Larven werden auch mit fester Nahrung (tote Insecten etc.) gefüttert. — Die Lebensverhältnisse der Ameisen bieten das größte Interesse dar. Beispielsweise erwähnen wir, daß es (auch in Deutschland) Arten gibt, die Larven und Puppen aus den Nestern anderer rauben und sie in ihr eigenes Nest bringen; die Arbeiter, sog. Sklaven, die sich aus den geraubten Larven und Puppen entwickeln, werden ein Bestandteil der Arbeitskraft des Nestes der Räuber oder müssen sogar alle Arbeit ausführen, ja selbst

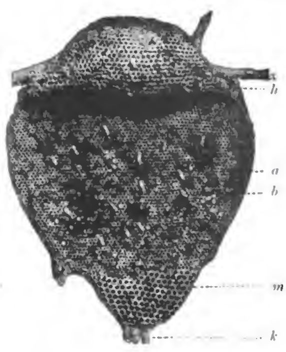
1) Nach der Begattung werfen die Weibchen die Flügel ab.

letztere füttern. Bei einer amerikanischen Ameisenart ist der Hinterleib bei einigen Arbeitern infolge einer enormen Erweiterung des mit Honig gefüllten Kropfes stark angeschwollen; die betreffenden Arbeiter sitzen ruhig im Neste, während andere draußen sind, um Honig aufzusuchen, den sie nach der Rückkunft erbrechen und den ersteren übergeben, die als förmliche Reservoire für den Honigvorrat des Nestes dienen. — Die Ameisennester beherbergen (was übrigens ähnlich bei den Termitennestern der Fall ist) außer den Ameisen noch eine ganze kleine Insectenfauna, die sog. Myrmecophilen, von denen manche sogar ausschließlich hier vorkommen (dies gilt z. B. von manchen kleinen Käfern). Bekannt ist das Verhältnis der Ameisen zu den Blattläusen, deren süße Excremente von jenen begierig aufgeleckt werden; manche Ameisen tragen sogar Blattläuse in ihre Nester hinein und halten sie hier förmlich als Haustiere („Ameisenkühe").

7. Die Bienen (*Apiariae*) sind in der Regel stark behaarte Tiere, die Schiene und das erste Fußglied der Hinterbeine in der Regel verbreitert. Bei einigen bilden Mittelkiefer und Unterlippe ein Saugwerkzeug (vergl. S. 375). Einige Bienen bilden Gesellschaften, die aus Männchen, Weibchen und geflügelten Arbeitern bestehen, andere sind einzeln lebend. Die Weibchen der einsamen (solitären) Bienen nagen oder graben zu ihrer Eiablage in Holz, in Erde etc. kleine Höhlen oder benutzen die Hohlräume, die sie in hohlen Stengeln etc. finden; bisweilen werden die Räume mit einem Ueberzug von gehärtetem Speichel oder abgebissenen Blattstückchen etc. ausgefüttert. Andere bauen kleine Kammern oder Gruppen von solchen aus einer Mischung von Speichel und Erde. Jeden Raum, jede „Zelle", wie sie genannt wird, füllen sie mit Blütenstaub und Honig, legen ein Ei in jede Zelle und verschließen sie; die Larven ernähren sich von dem Futter, und die Mutter kümmert sich weiter nicht mehr um sie. Den Blütenstaub, den diese Bienen sammeln, tragen sie in dem dichten Haarkleid an den Beinen oder am Bauche[1]. — Zu den geselligen (sozialen) Bienen gehören die Hummeln (*Bombus*), die kleine Gesellschaften bilden, die ihre Nester in Erdlöchern haben; jede dieser Gesellschaften wird von einem einzigen, befruchteten überwinterten Weibchen gegründet (Männchen und Arbeiter überwintern nicht), aus dessen Eiern Arbeiter, später auch neue Weibchen und Männchen entstehen; das Nest besteht aus einer lose verbundenen Ansammlung von unregelmäßigen Wachszellen (das Wachs wird von Hautdrüsen abgesondert); in jede Zelle werden mehrere Eier gelegt; die Larven, die mit Blütenstaub und Honig gefüttert werden, spinnen vor der Verpuppung einen glasartigen, eiförmigen Kokon, der später, wenn das Insect ihn verlassen hat, als Vorratskammer für Blütenstaub verwendet wird. Die Weibchen und Arbeiter besitzen ein „Körbchen", eine glatte, am Rande behaarte Partie an den Hinterschienen, wo sie den eingesammelten, mit Speichel zusammengekneteten Blütenstaub tragen. Mit den Hummeln verwandt sind die Arten der Gattung *Apis* (die Honigbiene u. a.), die senkrechte Waben bauen, bestehend aus zwei Lagen sechseckiger Wachszellen, die einander den Boden zukehren; einige Zellen werden als Honigbehälter benutzt, in anderen werden Arbeiterlarven, in anderen wieder (größeren) männliche Larven erzogen, und endlich sind am Rande der Waben einige besonders große, krukenförmige Zellen vorhanden, in denen fruchtbare

1) Nicht wenige einsame Bienen sind Schmarotzerbienen (Kuckucksbienen), die ihre Eier in die Vorräte anderer Bienen legen, so daß ihre Larven auf Kosten der von letzteren gesammelten Vorräte leben.

Weibchen aufgezogen werden (Königinnen, Weisel, denen ein „Körbchen" fehlt, das nur bei den Arbeitern entwickelt ist). Bei einigen Apis-Arten besteht das ganze Nest aus einer einzigen solchen Wabe, die senkrecht von einem Ast herabhängt (Fig. 369), bei anderen (z. B. der Honigbiene, *Apis mellifica*) aus mehreren Waben, die senkrecht von der Wand eines hohlen Baumes oder ähnlichem hängt. In jedem Bau findet sich nur ein eierlegendes Weibchen; neue Gesellschaften werden gebildet von einem befruchteten Weibchen und einem Schwarm von Arbeitern. Die Kolonien sind mehrjährig.



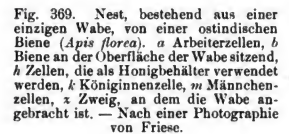


Fig. 369. Nest, bestehend aus einer einzigen Wabe, von einer ostindischen Biene (*Apis florea*). *a* Arbeiterzellen, *b* Biene an der Oberfläche der Wabe sitzend, *h* Zellen, die als Honigbehälter verwendet werden, *k* Königinnenzelle, *m* Männchenzellen, *x* Zweig, an dem die Wabe angebracht ist. — Nach einer Photographie von Friese.

7. Ordnung. **Lepidoptera, Schmetterlinge.**

Die Schmetterlinge sind Insecten mit vollkommener Metamorphose, vier gleichgebildeten Flügeln und saugenden Mundteilen. Das ganze Tier ist stark behaart. Ueber den Bau der Mundteile siehe S. 333. Alle drei Brustringe sind innig verbunden; die Vorderbrust klein. Die Flügel sind groß, mit feinen, gefärbten, dachziegelartig geordneten Schuppen (abgeplatteten Haaren), „Staub", bedeckt, die in der Regel das Rippennetz und die übrige Flügeloberfläche völlig verdecken; die Vorderflügel sind länger, dabei aber in der Regel schmäler als die Hinterflügel; letztere tragen bei einigen am Vorderrande nicht weit von ihrer Ursprungsstelle eine kräftige Borste oder eine kleine Gruppe zusammengelegter steifer Borsten, die in einen kleinen Bügel (*Retinaculum*) an der Unterseite der Vorderflügel eingreifen; auf diese Weise werden Vorder- und Hinterflügel derselben Seite zusammengeheftet. Die Beine sind schwach. Es ist keine tiefere Einschnürung zwischen Brust und Hinterleib vorhanden, letzterer ist somit „sitzend"[1]). — Die Larven, „Raupen" (Fig. 355, 7, S. 354), sind zylindrische Tiere mit einem langen Hinterleib. der von Afterfüßen getragen wird; sie sind fast ausschließlich Pflanzenfresser, die zum großen Teil frei an Blättern leben; das Hautskelet ist, wenn man von dem stark chitinisierten Kopf und der Vorderbrust absieht, ziemlich weich. Der Kopf trägt jederseits 5–6 Punktaugen, ein Paar kurze Fühler und die gewöhnlichen beißenden Mundteile. Die Brust

1) Bei manchen Schmetterlingen finden sich bei den Männchen Hautdrüsen, die einen Riechstoff erzeugen, der an der Oberfläche eigentümlicher Schuppen oder Haare verdampft; solche „Duftdrüsen" finden sich an Flügeln, Beinen oder Hinterleib; der Duft soll den Weibchen angenehm sein.

ist mit 3 Paar kurzen einkralligen Beinen versehen. An dem langen Hinterleib finden sich gewöhnlich 5 Paar kurze ungegliederte Afterfüße (je ein Paar am 3.—6. und am 9. Hinterleibssegment), zuweilen eine geringere Anzahl und dann meistens 2 Paare (bei den Spannern, am 6. und 9. Segment). Die Afterfüße sind entweder, bei den Kleinschmetterlingen, Kranzfüße, mit einem Kreis von gebogenen beweglichen Haken am unteren Ende, oder, bei den Großschmetterlingen, Klammerfüße, mit einer Reihe von Haken am unteren Fußende. (Von den sehr ähnlichen Blattwespenlarven unterscheiden sich die Raupen der Schmetterlinge durch die größere Anzahl von Punktaugen, die kleinere Anzahl Afterfüße und dadurch, daß letztere mit Haken besetzt sind). Die Larven besitzen Spinndrüsen, die sich an der Unterlippe öffnen, und manche bilden vor der Verpuppung entweder ein vollständiges Gespinnst (einen Kokon) um sich oder verbinden mittels des Gespinnstes kleine Fremdkörperchen zu einer Hülle, während andere sich nur mit wenigen Fäden festspinnen; nicht wenige umgeben sich schon früher mit einer sackförmigen, an einem Ende offenen Hülle, die sie mit sich umherschleppen. Bei den Puppen (Fig. 358) sind alle Anhänge (Flügel, Beine etc.) dem Körper dicht angelegt; alle freiliegenden Flächen der Anhänge sowohl als des Körpers sind dabei stark chitinisiert (während die einander anliegenden Flächen dünnhäutig sind).

1. Unterordnung. **Microlepidoptera, Kleinschmetterlinge.**

Die Larven besitzen Kranzfüße und einen nach vorn gerichteten Kopf, sie leben größtenteils mehr oder weniger versteckt, entweder in Blättern minierend, in Stengeln oder in Holz, zwischen zusammengesponnenen Blättern etc. Die Puppen gewöhnlich mit Stachelquerreihen an der Rückenseite des Hinterleibs. Die ausgebildeten Insecten sind mit wenigen Ausnahmen Tiere von geringer Größe, schlankem Körper.

1. Die Motten (*Tineidae*) haben schmale Flügel, die von einem fransenartigen Haarsaum umrandet sind. Zu dieser Abteilung, die aus sehr zahlreichen, oft prächtig gefärbten, in der Regel aber ungemein kleinen Formen bestehen, gehören die Kleider- und Pelzmotten, *Tinea pellionella* und *T. tapezella*, die sich als Larven von Pelzwerk und Wolle ernähren.

2. Die Wickler (*Tortricidae*) sind im ganzen etwas größer als die Motten, mit breiteren, kurzgefransten Flügeln. Der Name „Wickler" bezieht sich darauf, daß die Larven häufig — übrigens keineswegs bei allen Formen — in und von zusammengesponnenen Blättern leben. Eine Larve, die man häufig im Kerngehäuse von („wurmstichigen") Aepfeln findet, gehört einer Art dieser Abteilung an (*Tortrix pomonana*); andere Arten sind wichtige Forstschädlinge (*Tortrix buoliana*, Kieferntriebwickler, u. a.).

3. Die Holzbohrer (*Xylotropha*) zeichnen sich vor anderen Kleinschmetterlingen durch ihre in der Regel weit bedeutendere Größe aus. Dazu gehört *Cossus ligniperda* (Weidenbohrer), ein großer bräunlich-grauer Schmetterling, dessen etwas abgeplattete, fast kahle, auf dem Rücken rosenrote Larven (Fig. 355, 7) in Pappeln etc. Gänge nagen. Ferner die wespenähnlichen Glasflügler (*Sesia*) mit durchsichtigen, fast schuppenlosen Flügeln, deren weißliche Larven in Bäumen leben.

4. Die Sackträger (*Psyche*) sind durch die große Verschiedenheit der Männchen und Weibchen ausgezeichnet; bei letzteren fehlen Flügel

und oft auch Beine, während erstere wie gewöhnliche Schmetterlinge aussehen. Die Larven sind von einem Sack umgeben, der aus Pflanzenteilen oder Sandkörnchen zusammengesponnen ist; bei manchen bleibt auch das Weibchen in diesem liegen. Eine Art dieser Gattung, *Psyche*

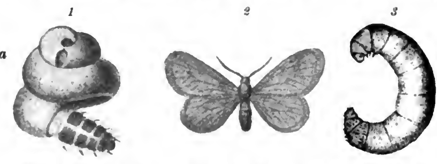


Fig. 370. *Psyche helix.* *1* Raupe in ihrer spiraligen Hülle, $^5/_1$; das seitliche Loch (auf der Höhe von *a*) wird beim Entleeren der Excremente verwendet. *2* Männchen, $^5/_2$. *3* Weibchen, $^6/_1$. — *1* und *3* nach v. Siebold, *2* nach Claus.

helix, die eine aus feinen Sandkörnchen gebildete, spiralige Hülle besitzt, pflanzt sich in der Regel parthenogenetisch fort, Männchen erscheinen nur hin und wieder.

2. Unterordnung. **Macrolepidoptera, Großschmetterlinge.**

Die Larven mit Klammerfüßen und nach unten gerichtetem Kopfe; sie leben frei an Pflanzen und ernähren sich von Blättern. Die Puppen meist ohne Stachelquerreihen am Hinterleibe. Die ausgebildeten Insecten sind gewöhnlich Tiere von ansehnlicher Größe.

1. Die Spinner (*Bombycidae*) sind plumpe Schmetterlinge mit matten, gedämpften Farben; die Flügel sind breit, in der Ruhe dachförmig gestellt; die Fühler beim Männchen doppelt gekämmt, beim Weibchen borstenförmig oder gezähnt. Die Larven sind in der Regel, manchmal sogar stark, behaart; die Puppe ruht in einem Kokon, der entweder aus Gespinnst allein oder aus Gespinnst und abgestoßenen Haaren der Larve etc. gebildet ist. Die Spinner sind Nachttiere, deren Männchen umherfliegen und die still sitzenden, sehr schwerfälligen Weibchen aufsuchen, die bei einigen Arten nur mit rudimentären Flügeln ausgestattet sind (Fig. 349). Zu den Spinnern gehört der aus China stammende Seidenspinner (*Bombyx mori*), dessen Puppengespinnst die Hauptmasse der Seide abgibt, die zu industriellen Zwecken verwendet wird. Andere Spinner gehören zu den gefährlichsten Feinden der Nadelholzwälder: Kiefernspinner (*Bombyx pini*) und Nonne (*B. monacha*). — Mit den Spinnern verwandt sind die „Eulen" (*Noctuidae*), mit ziemlich schmalen Flügeln; die Larven in der Regel kahl. Gewisse Eulenraupen (z. B. die Larve der Saateule, *Agrotis segetum*) sind oft durch Fraß an jungen Pflanzen, an Rüben, Kartoffeln etc. schädlich.

2. Die Spanner (*Geometridae*), die am nächsten an die Spinner erinnern, sind besonders im Larvenstadium charakteristisch, indem die Raupe von Afterfüßen nur die beiden hintersten Paare besitzt; die Bewegung ist egelartig, mit abwechselnder Streckung und Beugung des Körpers (die Brustfüße und die Klammerfüße fungieren wie der vordere resp. der hintere Saugnapf eines Egels). Auch zu den Spannern gehören Arten, deren Weibchen mehr oder weniger rückgebildete Flügel besitzen (Fig. 350).

3. Die Schwärmer (*Sphingidae*) haben einen kurzen, spindelförmigen Körper mit kegelförmig zugespitzem Hinterleibe, langen, schmalen Vorderflügeln, kleinen Hinterflügeln, langem Rüssel, zugespitzten, im Querschnitt dreieckigen Fühlern; die Flügel liegen in der Ruhe wagerecht. Es sind große, ausgezeichnet fliegende Schmetterlinge, deren kahle Larven hinten auf dem Hinterleibe ein gekrümmtes Horn tragen.

4. Die Tagfalter (*Rhopalocera*) haben einen schmächtigen Körper, gekeulte Fühler, breite Flügel, die in der Ruhe aufrecht zusammengeklappt gehalten werden; sie besitzen prächtige reine Farben und fliegen bei Tage. Die Larven sind oft mit verästelten, stachelartigen Auswüchsen versehen; sie sind übrigens nackt oder wenig behaart. Die Puppen sind durch ihren merkwürdigen kantigen Körper charakterisiert; in der Regel sind sie nur durch einen einzigen Seidenfaden um den Leib herum festgeheftet. Hierzu gehört der allbekannte Kohlweißling (*Pieris brassicae*) und zahlreiche andere größere und kleinere Arten.

8. Ordnung. **Diptera, Zweiflügler.**

Die Dipteren sind Insecten mit vollkommener Metamorphose, mit Schwingkölbchen statt Hinterflügel und mit saugenden Mundteilen. Der Kopf besitzt ein Paar in der Regel großer Augen, die bei den Männchen, bei denen sie am stärksten entwickelt sind, oft oben in der Mittellinie zusammenstoßen. Die Fühler sind bei der Mehrzahl (Fliegen) kurz und bestehen dann meistens nur aus drei wohlentwickelten Gliedern (von denen das letzte jedoch häufig eine Andeutung von einer Zusammensetzung aus mehreren Gliedern aufweist), während sie bei den Mücken meist lang sind und aus einer größeren Anzahl Glieder bestehen. Die Mundteile sind zum Saugen von Pflanzensäften oder von tierischen Flüssigkeiten eingerichtet; die Hauptpunkte ihres Baues sind auf S. 334 aufgeführt. Alle drei Brustringe sind verwachsen; die Vorderbrust ist klein. Von den Flügeln ist das erste Paar wohlentwickelt, zum Fluge geeignet; die Hinterflügel sind zu kleinen, keulenförmigen Anhängen, Schwingkölbchen (Halteren), umgebildet, die während des Fluges in lebhafter Bewegung sind; sie enthalten zahlreiche Sinneszellen und haben wahrscheinlich eine statische Funktion. — Die Larven sind stets Maden, d. h. die Brustfüße fehlen; einige von ihnen besitzen noch einen deutlichen, fest chitinisierten, mit Augen, Fühlern und Mundteilen versehenen Kopf; bei anderen ist dagegen der Kopf nicht ausgeprägt, Augen fehlen, die Fühler ebenso (oder sie sind sehr rückgebildet), die Mundteile sind durch ein Paar dunkelgefärbter Chitinhaken am Munde (die Vorderkiefer) repräsentiert. Die Larven leben im Wasser, in faulenden Teilen, in (an) Pflanzen oder als Schmarotzer. Bei denjenigen Dipteren, deren Larven einen ausgebildeten Kopf besitzen, erinnern die Puppen an Schmetterlingspuppen, indem die Anhänge dem Körper dicht angelegt sind; bei denjenigen mit „kopflosen" Maden bleibt die Puppe innerhalb der erhärteten letzten Larvenhaut liegen (Tönnchenpuppe).

1. Die Mücken (*Nemocera*) sind in der Regel schmächtige Tiere mit langen Fühlern, die bei den Männchen oft mit langen Haaren versehen sind, schmalen Flügeln, langen dünnen Beinen. Hierzu gehören u. a. folgende: Die Stechmücken (*Culex*), deren Weibchen Blutsauger sind; die Larven im Wasser, besitzen nur zwei Stigmen, die am Ende eines Fortsatzes (der „Atemröhre") am Hinterende sitzen; die bewegliche Puppe

hat vorn am Körper zwei aufrechte Atemröhren. Nahe verwandt ist die als Ueberträgerin der Malaria berühmt gewordene Gattung *Anopheles*, deren Lebensweise und Metamorphose auch ähnlich sind (Fig. 371). Die

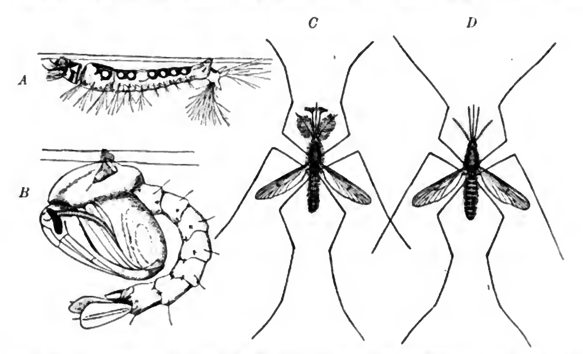


Fig. 371. *Anopheles*. *A* und *B* Larve und Puppe an der Wasseroberfläche hängend, *C* Männchen, *D* Weibchen. Alle vergr. — Nach Howard.

Schnaken oder Bachmücken (*Tipula*) sind große Mücken, deren Larven in Wiesenerde leben. Die Gallmücken (*Cecidomyia* u. a.) sind sehr kleine, zarte Mücken, deren Larven häufig in Gallen ebenso wie die der Gallwespen leben (eine Gallmücke, *C. fagi*, lebt z. B. in den bekannten spitzen Gallen an Buchenblättern); manche Arten erzeugen übrigens keine Gallen, die Larven leben aber durchweg in lebenden oder abgestorbenen Pflanzen. Die Kriebelmücken (*Simulia*) sind kleine, fliegenähnliche Mücken, deren Weibchen ebenso wie *Culex* Blutsauger sind; mehrere Arten, z. B. die Columbaczer-Mücke (*S. columbaczensis*) in Ungarn, werden eine ernste Plage des Viehs, indem sie die Weidetiere an dünnhäutigen Stellen stechen, was bisweilen Entzündung, Fieber, sogar den Tod herbeiführen kann. Die Larven der Kriebelmücken leben in fließendem Wasser.

2. Die Bremsen (*Tabanidae*) haben am letzten Glied der sog. dreigliedrigen Fühler deutliche Einschnürungen (die Fühler sind somit eigentlich mehr als dreigliedrig). Der Kopf ist kurz und breit, mit sehr großen Augen. Hinterleib abgeplattet. Die Larven zylindrisch, leben in der Erde. Die Weibchen saugen Blut von Säugetieren, plagen z. B. im Sommer die Pferde sehr.

3. Zu der Familie der *Muscidae* gehört eine ungeheure Menge von Fliegenformen, die darin miteinander übereinstimmen, daß die kurzen, dreigliedrigen Fühler an ihrem Endglied mit einer gegliederten Borste versehen sind; die Unterlippe mit zwei lippenartigen Teilen am Ende. Die Larven sind kopflos mit zwei starken Chitinhaken am Munde und zwei großen Stigmenplatten am Hinterende. Die Stubenfliege (*Musca domestica*), die über die ganze Erde verbreitet ist, lebt als Larve besonders in Misthaufen; die blaue Schmeißfliege (*M. vomitoria*) legt ihre Eier (Schmeiß) an Fleisch ab, von dem die bald nachher ausschlüpfenden Maden sich

ernähren; auch die springenden Maden, die in altem Käse leben, sind die Larven einer Muscide (*Piophila casei*, Käsefliege). Die Raupenfliegen (*Tachina*) sind der Schmeißfliege und deren Verwandten ähnlich; die Larven sind Schmarotzer, die besonders in Schmetterlingsraupen, in ähnlicher Weise wie die Schlupfwespen-Larven, leben.

4. Die Bieß- oder Dasselfliegen (*Oestridae*) sind mit den Musciden nahe verwandt, unterscheiden sich aber dadurch, daß die Mundteile rudimentär sind, da die Imago keine Nahrung zu sich nimmt. Die Larven, die denen der Musciden ähnlich sind, leben als Schmarotzer in verschiedenen Säugetieren. Die Larven der Magenbremen (*Gastrophilus*) sind außerordentlich häufig im Magen des Pferdes; mit ihren Mundhaken sind sie an der Magenwand festgeheftet und ernähren sich als Blutsauger;

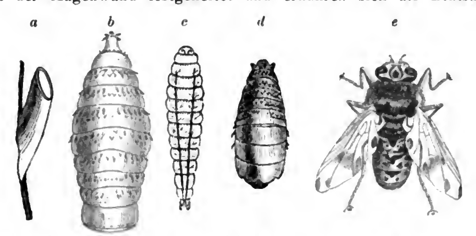


Fig. 372. *Gastrophilus.* *a* Ei, *b* erwachsene Larve, *c* junge Larve, *d* Tönnchenpuppe, *e* die Fliege. — Nach Taschenberg.

die Eier werden an der Haut des Pferdes abgelegt, die jungen Larven werden vom Pferde abgeleckt, und so gelangt der Schmarotzer in den Magen hinein; die reife Larve geht mit den Excrementen durch den After ab, und die Verpuppung findet in der Erde statt. Die Larven der Nasenbreme des Schafes (*Oestrus ovis*) leben in der Nasenhöhle und den Stirnhöhlen des Schafes; die der Hautbreme des Rindes (*Hypoderma bovis*) kommen sehr häufig in geschwürartigen Knoten (Dasselbeulen) in der Haut des Rindes vor.

5. Die Lausfliegen (*Hippoboscidae*) sind abgeplattete Tiere mit lederartigem, dehnbarem Hinterleib; einige haben Flügel und Schwingkölbchen, bei anderen fehlen diese Teile; die Brust ist breit, die Beine der einen Seite sitzen weit von denen der anderen, die Krallen sind kräftig. Die ausgebildeten Tiere leben als Schmarotzer, Blutsauger, an Säugetieren und Vögeln. Merkwürdig ist die Fortpflanzung: das Ei (es reift auf einmal immer nur ein Ei) bleibt im Eiergang der Mutter liegen, die aus dem Ei schlüpfende Larve wird von einer milchartigen Absonderung gewisser in den Eiergang mündender Drüsen ernährt und verläßt den Eiergang der Mutter erst, wenn sie ihre definitive Größe erreicht hat, um sich gleich nach der Geburt zu verpuppen. Auf dem Pferd (und Rind) findet man die lebhafte, geflügelte *Hippobosca equina*, auf Schafen in der Wolle den flügellosen *Melophagus ovinus* (Schaflaus). — Dieselbe Fortpflanzungsweise besitzt auch die nahe verwandte kleine, blinde, flügellose Bienenlaus (*Braula coeca*), die auf Honigbienen lebt, und sich dadurch ernährt, daß sie Honig stiehlt, wenn die Brut gefüttert wird. — Hippobosciden, Brauliden etc. werden als *Pupipara* zusammengefaßt.

9. Ordnung. **Aphaniptera, Flöhe.**

Die Flöhe sind flügellose Insecten mit vollständiger Verwandlung und mit saugenden Mundteilen von einem besonderen Typus, der von den anderen Saugmundtypen, mit denen wir bisher zu tun gehabt haben, abweicht[1]). Der Körper ist zusammengedrückt, der Kopf klein, mit einem einzigen Punktauge auf jeder Seite (statt der zusammengesetzten Augen), die Fühler klein, gekeult, in einer Grube hinter den Augen liegend. Es sind drei deutlich unterschiedene Brustringe vorhanden, die drei Paar lange, kräftige Beine (die Hinterbeine sind etwas stärker als die anderen) mit ungewöhnlich großen Hüften und 5-gliedrigen Füßen tragen. Die Farbe variiert von hellgelb zu dunkelbraun. Sie leben als Schmarotzer an Säugetieren und Vögeln. Den Larven fehlen Augen und Beine, der weißliche Körper ist zylindrisch, etwas behaart, die Mundteile sind beißend; vor der Verpuppung spinnen sie einen Kokon. Sie leben in Kehricht u. ähnl. — Auf dem Menschen lebt *Pulex irritans*, an verschiedenen anderen Tieren kommen andere Arten derselben Gattung vor. Im tropischen Amerika (auch nach Afrika eingeschleppt) lebt der Sandfloh (*Sarcopsylla penetrans*), der das Blut des Menschen und verschiedener Säugetiere saugt; das befruchtete Weibchen bohrt sich vollständig in die Haut ein, und der Hinterleib schwillt nachher infolge der Entwicklung der Eier außerordentlich an (zur Größe einer Erbse); die Oeffnung zu der kleinen Höhlung der Haut, in welcher der Floh sitzt, wird von dessen Hinterende ausgefüllt, so daß er bequem die Eier nach außen abgeben kann. Nach der Eiablage stirbt er ab.

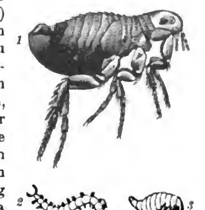


Fig. 373. *Pulex irritans.* *1* Imago, *2* Larve, *3* Puppe. — Nach Taschenberg.

Welchen anderen Insecten die Flöhe am nächsten verwandt sind, läßt sich zur Zeit nicht entscheiden, weshalb es notwendig war, diese kleine Abteilung als besondere Ordnung aufzuführen.

4. Klasse. **Arachnida, Spinnentiere.**

Der Körper zerfällt in einen Vorderleib und einen gliedmaßenlosen Hinterleib. Der Vorderleib ist in der Regel ungegliedert, der meistens kurze Hinterleib ist bei einigen gegliedert, bei anderen ungegliedert; zuweilen sind beide Abschnitte durch eine tiefe Einschnürung getrennt (bei den eigentlichen Spinnen), meistens ist aber keine tiefere Trennung vorhanden. Der Vorderleib ist in der Regel vorn mit einer verschiedenen Anzahl in verschiedener Weise gruppierter Einzelaugen ausgestattet, von denen einige invers, andere evers sind; sie scheinen zusammen dem Stirnauge und den Seitenaugen zu

1) Die eigentliche Saugröhre besteht aus der sehr langen, an ihrer Unterseite rinnenförmig ausgehöhlten Oberlippe und den beiden Vorderkiefern, welch letztere zusammen eine nach oben offene Halbrinne bilden; die Mittelkiefer sind kurz, zugespitzt, mit einem 4-gliedrigen Taster von bedeutender Länge versehen und bilden zusammen mit der Unterlippe, die zwei 3-gliedrige Taster trägt, eine Art Scheide um die eigentliche Saugröhre; ein Hypopharynx ist nicht entwickelt.

entsprechen (zusammengesetzte Augen fehlen stets). Antennen fehlen. Es sind zwei Paar Mundwerkzeuge vorhanden, die wir als Ober- und Unterkiefer bezeichnen. Die Oberkiefer, die vor dem Munde liegen, sind 2- bis 3-gliedrig, bei manchen (z. B. bei den Scorpionen) haben sie die Form kleiner Scheren. Die Unterkiefer („Kiefertaster", „Pedipalpi") sind in der Regel beinähnlich, länger oder kürzer; ihr Basalglied ist oft mit einer Art Kaulade versehen, während

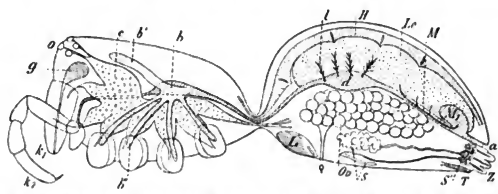


Fig. 374. Schema der Organisation einer echten Spinne. *a* After, *b* Blinddarm des Mitteldarms. *b'* sein vorderes Ende. *b''* Aeste des Blinddarms in die (hier abgeschnittenen) Beine; *c* Gehirn, mit der Bauchganglienmasse zusammenhängend, *d* Mitteldarm, *g* Giftdrüse, *H* Herz, k_1 Oberkiefer, k_2 Unterkiefer, *l* Lebergang, *L* Lunge, *Le* Leber, *M* sog. Malpighisches Gefäß. M_1 Darm-Anschwellung, in welche *M* einmünden; *o* Augen, *or* Eierstock, *S* größere, *S'* kleinere Spinndrüsen, *T* Oeffnung des Tracheensystems, *Z* Spinnwarzen, ♀ weibliche Geschlechtsöffnung. — Nach Krieger, geändert.

die übrigen Glieder entweder alle einfach sind und zusammen einen kräftigen Taster bilden, oder die beiden äußersten Glieder sind zu einer größeren oder kleineren Schere umgebildet. Hinter den Unterkiefern sind vier Beinpaare (Gangbeine) vorhanden, die in der Regel alle wesentlich gleichgebildet sind und meistens aus sieben Gliedern bestehen.

Wie die Mundteile der Arachniden im Vergleich mit denjenigen anderer Arthropoden aufzufassen sind, ist zweifelhaft. Die Oberkiefer wurden in älterer Zeit als den Vorderkiefern der Insecten homolog aufgefaßt, sind aber von diesen durchaus verschieden (mehrgliedrig etc.); später wurden sie, weil sie von den Gehirnganglien Nerven empfangen, als den Antennen der Insecten homolog betrachtet (daher der Name „Kieferfühler"). Am wahrscheinlichsten ist es, daß den Arachniden die Antennen und Kiefer anderer Arthropoden ganz abgehen und daß ihre Ober- und Unterkiefer umgebildete Rumpfbeine darstellen; daß die Oberkiefer vom Gehirn Nerven empfangen, kann darauf beruhen, daß einige der Bauchganglien mit dem Gehirn vereinigt sind.

Die Haut ist bei den meisten Arachniden weniger fest als bei den Insecten, gewöhnlich ist die Chitinhaut lederartig, oft behaart. Von Hautdrüsen müssen besonders die bei gewissen Abteilungen (Spinnen, Afterscorpionen u. a.) vorhandenen z. T. sehr ansehnlichen Spinndrüsen hervorgehoben werden. Das Nervensystem besitzt den gewöhnlichen Arthropodentypus, bei der Mehrzahl sind aber die Gehirnganglien und sämtliche Bauchganglien zu einer Ganglienmasse verschmolzen (die von der Speiseröhre durchbohrt ist); nur bei einer geringeren Anzahl (z. B. den Scorpionen) sind einige der Bauchganglien getrennt.

Manche Spinnentiere sind reichlich mit langen Tasthaaren versehen, die aus der allgemeinen Haardecke oft weit herausragen. Andere Sinneshaare sind sehr beweglich in je einem kleinen Chitinnapf eingelenkt; ihre spezielle Funktion ist unsicher (Gehörhaare?). Weiter finden sich

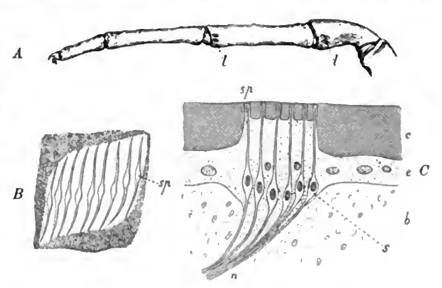


Fig. 375. *A* Stück des Beines einer Spinne mit lyriformen Organen. *B* ein lyriformes Organ, vergr., von der Oberfläche. *C* ähnliches, im Querschnitt, Schema. *b* Bindegewebe, *c* Cuticula, *e* Epidermis, *l* lyriforme Organe, *n* Nerv, *s* Sinneszelle, *sp* Spalten. — Z. T. nach Gaubert.

manchmal sog. lyriforme Organe, Spalten in der Cuticula, die von einer ganz dünnen Chitinhaut gedeckt und in denen Sinneszellen vorhanden sind; allgemein liegen mehrere solche Spalten nebeneinander. Sie wurden als mutmaßliche Geruchsorgane in Anspruch genommen.

Die Speiseröhre ist meist sehr eng, und die Arachniden nehmen nur flüssige oder fein zerkleinerte Nahrung auf; die Kiefer zerkauen eventuell die Nahrung vor dem Eintritt in die Mundöffnung. Bei den echten Spinnen werden die Weichteile der Beute durch ein Secret aufgelöst, das von Drüsen herstammt, die sich am Unterkiefer und an der „Oberlippe" (der vorderen Begrenzung der Mundöffnung) befinden; dann wird die aufgelöste Masse durch den „Saugmagen" (*o'*, Fig. 376), der durch Muskeln, die sich an ihn heften, erweitert werden kann, eingepumpt. Bei manchen Arachniden entspringen vom vorderen Teil des Mitteldarms mehrere Blindschläuche, die sich häufig mehr oder weniger weit in die Beine hinein erstrecken. Bei den echten Spinnen geht jederseits vom Mitteldarm ein starker, gebogener, nach vorn gerichteter Blinddarm aus, der vier lange, in den Basalabschnitt der Beine sich erstreckende Aeste entsendet; die vordersten Enden beider Hauptblinddärme legen sich oberhalb des Vorderdarmes dicht aneinander (Fig. 376) und verschmelzen an dieser Stelle

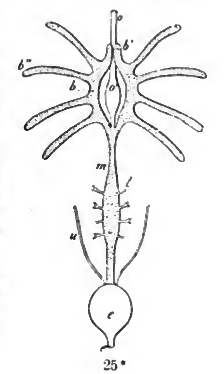


Fig. 376. Darmkanal einer echten Spinne, schematisiert. *b* Blinddarm, *b'* dessen vorderes Ende, *b"* Seitenäste desselben, vorderes *e* Anschwellung, in welche die sog. Malpighischen Gefäße einmünden, hinteres *e* Enddarm, *l* Lebergänge, *m* Mitteldarm, *o* Speiseröhre, *o'* Anschwellung derselben. „Saugmagen", *u* sog. Malpighisches Gefäß.

bei vielen Spinnen. Bei vielen Arachniden (Scorpionen, Spinnen etc.) findet sich eine große aus zahlreichen Schläuchen zusammengesetzte sog. Leber, in welche jedoch die Nahrung aufgenommen und verdaut wird[1]); sie hat ihren Platz im Hinterleib. Bei den meisten Arachniden findet man sog. Malpighische Gefäße, die den gleichnamigen der Insecten ähnlich, aber wenigstens bei den Scorpionen und Spinnen entodermaler Herkunft sind (sie entstammen dem Mitteldarm) und somit den ectodermalen (dem Enddarm entstammenden) Malpighischen Gefäßen der Insecten nicht entsprechen können. Von Excretionsorganen besitzen manche Arachniden (Scorpione, Spinnen u. a.) noch die sog. Coxaldrüsen, ein Paar ansehnlicher Drüsen, die meistens in der Jugend im Grundgliede des dritten Beinpaares ausmünden, deren Oeffnungen aber später geschlossen werden; es sind ebenso wie die Antennen- und Schalendrüsen der Crustaceen Abkömmlinge der Segmentalorgane der Anneliden und sie entstammen ebenso wie diese den Cölomsäcken.

Die Atmungsorgane sind entweder durch ein Tracheensystem, das sich mit einer geringen Anzahl Stigmen an der Körperoberfläche öffnet, oder durch sog. Lungen repräsentiert; letztere sind Hauteinstülpungen, die jede wieder mit einer Reihe flacher Ausstülpungen versehen sind, die nebeneinander ähnlich wie die Blätter eines Buches liegen; jede dieser beiden Formen von Atmungsorganen kann für sich allein oder neben der anderen bei derselben Arachnide vorhanden sein (vergl. die einzelnen Gruppen). Das Gefäßsystem ist oft besser entwickelt als bei den Insecten; man findet z. B. bei den Scorpionen, die mit Lungen versehen sind, ähnliche Verhältnisse des Kreislaufs wie bei manchen Crustaceen: das Blut fließt vom Herzen durch eine Anzahl Arterien in den Körper; das venöse Blut sammelt sich in einem großen Blutbehälter an der Bauchseite und geht von da zu den Lungen, von denen das nunmehr arterielle Blut zu dem das Herz umgebenden Herzbeutel und dann durch die Spaltöffnungen in das Herz tritt; letzteres ist bei den Scorpionen ein langer Schlauch mit 8 Paar Spaltöffnungen. Bei anderen Arachniden ist das Herz kürzer und hat eine geringere Anzahl von Spaltöffnungen, und das Gefäßsystem ist weniger vollkommen, das Blut fließt in größerer Ausdehnung in Spalten zwischen den Organen. Wie bei anderen Arthropoden ist auch hier beim Weibchen 1 Paar Eierstöcke und beim Männchen 1 Paar Hoden vorhanden; die Ausführungsgänge münden mit gemeinsamer Oeffnung weit vorn an der Unterseite des Hinterleibs. Bei den Afterspinnen und den Milben sind die Geschlechtsdrüsen an dem einen Ende verbunden und setzen sich mit dem anderen in die Ei- oder Samenleiter fort, die sich bald zu einem Eier- oder Samengang vereinigen, der somit von einem ringförmigen, von den Geschlechtsdrüsen und ihren paarigen Ausführungsgängen ge-

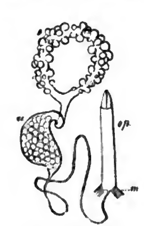


Fig. 377. Geschlechtsapparat einer Afterspinne. *m* Rückziehmuskeln der Legeröhre, *o* Eierstock, *op* Legeröhre, *u* Anschwellung des langen Eierganges. — Nach Gegenbaur.

1) Die Nahrung wird in die Leberzellen aufgenommen und innerhalb derselben verarbeitet.

bildeten Teil entspringt. Eine Metamorphose durchlaufen die Arachniden selten; die neugeborenen Tiere sind meistens den Eltern ähnlich, zuweilen fehlt jedoch das letzte Gliedmaßenpaar.

Ebenso wie die Insecten sind die Arachniden überwiegend Landtiere; nicht wenige leben im Süßwasser, manche sind Schmarotzer. Im Meere leben, außer den Pycnogoniden, deren Zugehörigkeit zu den Arachniden nicht unzweifelhaft ist, nur einige wenige Milben.

1. Ordnung. **Arthrogastra, Gliederspinnen.**

Die Mitglieder dieser Ordnung, die eine Anzahl sehr verschiedener Formen umschließt, zeichnen sich den beiden folgenden Ordnungen gegenüber dadurch aus, daß der Hinterleib deutlich gegliedert ist. Die Oberkiefer sind meistens scherenförmig. Atmung entweder durch Lungen oder durch Tracheen.

1. Die Scorpione (*Scorpionidae*) besitzen eine gestrecktere Leibesform als die übrigen Spinnentiere. Der Vorderleib, der vom Hinterleib nicht durch eine Einschnürung getrennt ist, trägt oben in der Mitte zwei Augen und vorn jederseits eine kleine Gruppe (2—5) Augen; die Oberkiefer sind kurze, kräftige Scheren; die Unterkiefer sind von ansehnlicher Länge (wie die Beine oder mehr) und mit je einer kräftigen Schere ausgestattet. Von den 13 Segmenten des Hinterleibs sind die 6 hintersten weit schmäler als die vorderen und bilden einen Schwanz, den das Tier über den übrigen Körper gebogen, mit der Spitze nach vorn gerichtet, trägt. Das hinterste Schwanzglied endet mit einem Giftstachel, an dessen Spitze sich zwei feine Oeffnungen befinden, die Mündungen zweier Giftdrüsen, die im vorderen, angeschwollenen Teil des Gliedes liegen. Der After befindet sich in der Gelenkhaut zwischen dem letzten und vorletztenSchwanzglied. Vorn an der Unterseite des Hinterleibs, dicht hinter den Beinpaaren, entspringt ein Paar abgeplatteter, ungegliederter, gekämmter Anhänge („Kämme“), derenBedeutung unbekannt ist, und dicht bei diesen liegt die Geschlechtsöffnung. Die Scorpione atmen mittels Lungen, deren Oeffnungen (vier Paare) an dem breiten Teil des Hinterleibs auf der Unterseite sich finden. Sie gebären lebendige Junge, die in den ersten Wochen bei der Mutter bleiben; letztere stirbt bald nachher ab. Ihre Heimat ist in den wärmeren Ländern (ein paar Arten in Südeuropa); sie halten sich an versteckten Stellen auf und ernähren sich von Insecten

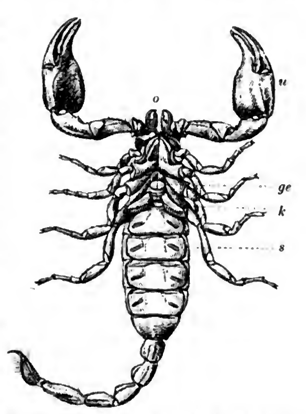


Fig. 378. Scorpion von der Unterseite. *g* Giftstachel, *ge* Klappe, welche die Geschlechtsöffnung überdeckt, *k* Kamm, *o* Oberkiefer, *s* Stigma, *u* Unterkiefer. — Orig.

und Spinnen, die sie mit den Scheren ergreifen und durch einen Stich des Giftstachels töten. — Scorpione sind bereits aus dem Ober-Silur bekannt.

2. Die Afterscorpione (*Pseudoscorpionidae: Chelifer* u. a.) erinnern lebhaft an die Scorpione, denen sie in der Ausbildung der Ober- und Unterkiefer ähnlich sind. Der hintere Teil des 11-gliedrigen Hinterleibs ist aber nicht als Schwanz entwickelt, und ein Giftstachel fehlt; und sie atmen durch Tracheen, die sich mit zwei Paar Stigmen auf der Unterseite des Hinterleibs öffnen. Vorn an jeder Seite sind 1—2 Augen vorhanden, die jedoch zuweilen fehlen. Sie besitzen Spinndrüsen, die an der Spitze der Oberkiefer ausmünden; durch das Gespinnst werden wahrscheinlich die Eier, die vom Weibchen umhergetragen werden, an dessen Unterseite festgehalten. Auch die bei der Geburt sehr unvollkommen entwickelten Jungen trägt es mit sich herum. Die Afterscorpione sind kleine Tiere, die unter Rinde, in Moos, alten Büchern, Insectensammlungen u. ähnl. Stellen vorkommen; sie ernähren sich von Milben, Bücherläusen etc.

3. Die Afterspinnen (*Phalangium*) haben einen kurzen gewölbten Körper ohne scharfe Grenze zwischen Vorder- und Hinterleib. Der Vorderleib, der aus drei undeutlich gesonderten und unbeweglich verbundenen Segmenten zusammengesetzt ist, trägt ein Paar Augen, die ähnlich wie die beiden Mittelaugen der Scorpione gestellt sind; die Oberkiefer sind kleine Scheren, die Unterkiefer tasterförmig, viel kürzer als die außerordentlich langen Beine, deren Endglied in eine große Anzahl kleiner Glieder geteilt ist. Der Hinterleib besteht aus 8 undeutlichen Segmenten; er ist vorn mit einem Stigmenpaar versehen, das in ein Tracheensystem hineinführt[1]). Manche Afterspinnen (auch „Weberknechte" etc. genannt), die beim ersten Anblick an langbeinige Spinnen erinnern, trifft man häufig bei menschlichen Wohnungen.

2. Ordnung. Araneïna, Spinnen.

Bei den Spinnen sind Vorder- und Hinterleib durch eine tiefe Einschnürung voneinander getrennt. Beide sind ungegliedert; doch zeigt das neugeborene Junge Andeutungen einer Gliederung des Hinterleibs (selten ist der Hinterleib auch beim Erwachsenen gegliedert). Der Vorderleib trägt vorn eine Gruppe von 6—8 Augen. Die Oberkiefer sind aus einem einfachen, starken Grundglied und einem krallenförmigen Endglied, an dessen Spitze eine Giftdrüse aus-

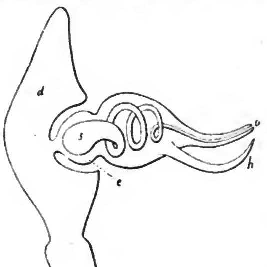


Fig. 379. Ende des Unterkiefers einer männlichen Spinne. Schema. *d* distales Glied des Unterkiefers. *e* elastische Basalpartie des Copulations-Anhanges. *h* Klammerhaken. *o* Oeffnung des Samenbehälters *s*.

1) Außer den Hinterleibsstigmen finden sich auf allen vier Beinpaaren an einem der langen Glieder (Tibia) je zwei supplementäre Stigmen, die mit den großen Tracheen des Beines in Verbindung stehen.

mündet, zusammengesetzt. Die Unterkiefer sind tasterförmig mit breiterem Grundglied; das Endglied trägt beim Männchen einen oft mit Klammerhaken versehenen seitlichen Anhang, der bei der Copulation verwendet wird. Er enthält einen Behälter, der sich an der Spitze des Anhanges öffnet; in denselben wird Samen eingesaugt, den das Tier auf ein Gespinnst hat austreten lassen und welcher darauf in die weibliche Oeffnung eingespritzt wird. Einige Spinnen atmen allein durch Lungen, die meisten haben aber gleichzeitig Tracheen und Lungen. Es finden sich 2 Paar Stigmen, von denen das vorderste Paar stets in ein Lungenpaar führt; das hintere Paar führt bei einigen (z. B. den Vogelspinnen) ebenfalls in ein Lungenpaar, gewöhnlich aber in ein Tracheensystem und ist dann meistens zu einem unpaaren Stigma verschmolzen und weit nach hinten gerückt. Am Hinterende, unterhalb des Afters, finden sich eine Anzahl, meist 4–6 Spinnwarzen, ziemlich große Fortsätze, die mit einer kleineren oder größeren Anzahl (bei der Kreuzspinne zusammen ca. 700) kurzer, feinster Röhrchen besetzt sind, die jedes an der Spitze die Ausführungsöffnung einer im Hinterleib gelegenen Spinndrüse trägt. Die Spinndrüsen können bei demselben Tier verschieden gebaut sein und ein verschiedenes Secret liefern. Wenn das Secret durch die Röhrchen ausgepreßt wird, erhärtet es zu feinen Fäden; bei manchen Spinnen, die Fangnetze bilden, bleiben einige Fäden klebrig. Bei allen Spinnen wird das Gespinnst zu einer Hülle um die Eier verwendet, bei manchen werden außerdem aus demselben Fangnetze, Wohnungen u. dergl. gebildet. Bei einigen findet sich außer den Spinnwarzen, vor denselben, noch eine doppelte siebartige Platte (Cribrellum) mit zahlreichen Spinndrüsen-Oeffnungen. Die Geschlechtsöffnung befindet sich vorn am Hinterleib. Die Männchen sind oft kleiner als die Weibchen, zuweilen ist sogar der Unterschied so groß, daß jene, die übrigens den gewöhnlichen Bau besitzen, als Zwergmännchen zu bezeichnen sind. Die Spinnen ernähren sich besonders von Insecten. Es ist eine sehr artenreiche Abteilung, die auch in den Ländern der gemäßigten Zone reich vertreten ist[1]).

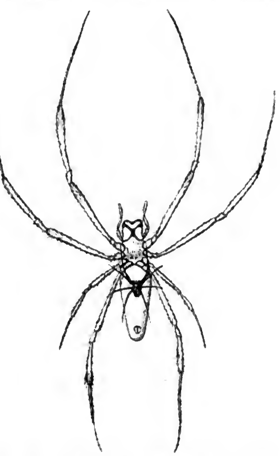


Fig. 380. Weibchen einer Spinne (*Nephila madagascariensis*) von der Unterseite, mit dem Zwergmännchen auf dem Hinterleib sitzend. — Nach Karsch.

Als Beispiele führen wir an: die Vogelspinnen (***Mygale***), große,

1) Bei manchen Spinnen findet eine ähnliche Autotomie wie bei den Decapoden statt (vergl. S. 76 und 318).

dicht behaarte tropische Tiere, die sogar kleine Wirbeltiere anfallen und verzehren; die gemeine Kreuzspinne (*Epeira diadema*), die ebenso wie die Hausspinne (*Tegenaria domestica*) Fangnetze spinnt und oft in und bei Häusern lebt; die Wasserspinne (*Argyroneta aquatica*), die in kleinen Gewässern häufig ist, baut sich im Wasser ein glockenförmiges Gespinnst, dessen Höhlung mit Luft gefüllt wird, die das Tier in seiner samtartigen Körperbehaarung von der Oberfläche des Wassers holt.

3. Ordnung. Acarina, Milben.

Die Milben sind kleine, häufig sogar mikroskopische Arachniden, deren Vorder- und Hinterleib zu einem in der Regel ungegliederten Stück verschmolzen sind. Sie besitzen 1—3 Paar Augen oder gar keine. Die Mundteile, die bald als Beiß-, bald als Stechwerkzeuge verwendet werden, sind in der Regel kurz, die Oberkiefer meistens scherenförmig, der Unterkiefer gewöhnlich tasterförmig. Ein Herz ist nur bei einzelnen Milben nachgewiesen; besondere Atmungswerkzeuge fehlen ebenfalls häufig, bei manchen ist aber ein durch ein Paar Stigmen sich öffnendes Tracheensystem vorhanden. Bei manchen ist der Mitteldarm hinten geschlossen, so daß der Enddarm nur als Ausführungsgang für die Malpighischen Gefäße dient. Wenn die Jungen das Ei verlassen, besitzen sie nur drei Beinpaare, das vierte entwickelt sich erst später; auch in anderer Hinsicht können die Jungen mehr oder weniger von den Erwachsenen abweichen. Manche Milben verfallen vor den Häutungen in einen Zustand der Ruhe.

1. Die Laufmilben (*Trombidium*) sind rote, fein samtartig behaarte, oft viereckige Tiere, von denen einige zu den größten Milben gehören; die Jungen gewisser Arten leben als Schmarotzer an Weberknechten, Spinnen und Insecten; die Erwachsenen sind Räuber. — Die Wassermilben (*Hydrachna* u. a.) sind rundliche, oft rot gefärbte Tiere, die vermittelst der behaarten Beine im Wasser umherschwimmen; die Larven kommen manchmal als Schmarotzer an Wasserinsecten vor, während die Erwachsenen meistens frei leben (eine Art dieser Abteilung schmarotzt in den Kiemen von Süßwassermuscheln). — An Käfern, Hummeln u. a. findet man häufig Arten der Gattung *Gamasus* (Käfermilbe), kleine Tiere mit einem ovalen, abgeplatteten, ziemlich festen, bräunlichen Körper; sie laufen frei auf dem Wirte umher. Eine verwandte, aber dünnhäutigere Milbe, die gemeine Vogelmilbe (*Dermanyssus avium*), kommt an Vögeln (Hühnern, Kanarienvögeln) vor, deren Blut sie saugt; ähnlich wie die Bettwanze ist sie ein temporärer Parasit, der nachts die Vögel heimsucht. — Die Zecken (*Ixodes*) sind abgeplattete Milben mit einer zähen, sehr erweiterungsfähigen Cuticula, die das Blut von Säugetieren, Vögeln und Reptilien saugen; das Männchen streift frei umher, das Weibchen heftet sich dagegen an einem Wirt fest und wächst zu einer vielmals bedeutenderen Größe heran, während sich gleichzeitig zahllose Eier in

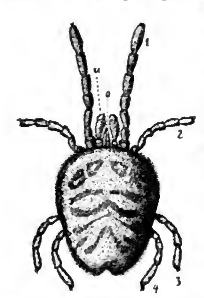


Fig. 381. *Trombidium scharlatinum*. $^{10}/_{1}$. *o* Ober-, *u* Unterkiefer, *1—4* Beine. — Nach Berlese.

ihm entwickeln. (Ueberträger des Parasiten des Texasfiebers, vergl. S. 157). — Die Arten der Gattung *Tyroglyphus* (Käsemilbe, Mehlmilbe) leben in altem Käse, Mehl und vielen anderen halbtrockenen organischen Substanzen; es sind weißliche, glänzende, fast mikroskopische Tierchen. — Alle diese Milben, mit Ausnahme von Tyroglyphus, besitzen Tracheen.

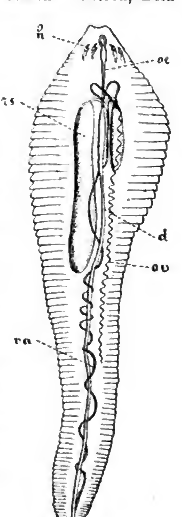
2. Die Krätzmilben (*Sarcoptidae*) sind mikroskopische, blinde, tracheenlose Milben, meistens mit Saugnäpfen an der Spitze der Füße; sie leben als stationäre Schmarotzer an Säugetieren und Vögeln und ernähren sich entweder von ausgeschwitzter Lymphe oder von der Epidermis. Männchen und Weibchen sind meistens erheblich verschieden. Die Begattung findet statt, ehe die Weibchen ihre definitive Form erreicht haben und während der Eierstock noch gar nicht ausgebildet ist. Hierzu gehört die Krätzmilbe des Menschen, *Sarcoptes scabiei*, die in der Epidermis Gänge nagt. Verschiedene nähere und entferntere Verwandte leben in und an der Haut bei anderen Säugetieren und bei Vögeln und erzeugen die als Räude bezeichneten Krankheiten. — In den Haarbälgen an der Nase des Menschen findet man konstant eine eigentümliche mikroskopische Milbe von gestreckter Leibesform und mit ganz kurzen Beinen ohne Saugnäpfe: die Haarbalgmilbe (*Demodex folliculorum*); sie ist recht unschädlich, während eine Varietät derselben Art, die auf dem Hunde lebt, bei diesem Tiere ein sehr ernstes Hautleiden veranlaßt.

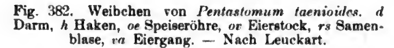
3. Die Gallmilben (*Phytoptus*) sind mikroskopische Milben mit gestrecktem Körper, die nur zwei, und zwar die beiden vorderen, Beinpaare besitzen. Die Gallmilben saugen Pflanzensäfte und erzeugen dadurch an sehr vielen, besonders holzartigen Pflanzen verschiedenartige Mißbildungen der Blätter und Knospen: Filzflecke, Beulen, Beutelgallen, Umrollungen der Blattränder etc.

Anhang zu den Arachniden.

Die drei im Folgenden zu erwähnenden, sehr eigentümlichen kleinen Gruppen werden in der Regel alle den Arachniden zugerechnet. Ihre systematische Stellung ist aber ganz unsicher.

Die **Pentastomen** oder Zungenwürmer (*Linguatula, Pentastomum*), Fig. 382, die als Schmarotzer in verschiedenen Wirbeltieren leben, sind Tiere von ansehnlicher Größe, die auf den ersten Blick kurzgliedrigen Bandwürmern ähnlich sein können. Der Körper ist gestreckt, in der Regel abgeplattet und durch Querfurchen in eine große Anzahl kurzer Ringel geteilt (die Gliederung ist übrigens nur im Aeußeren des Tieres, in keiner Weise im Innern ausgesprochen); von Gliedmaßen finden sich nur zwei Paar Chitinhaken vorn nicht weit von der Mundöffnung. Der Darmkanal ist ein gerader Schlauch, der After




Fig. 382. Weibchen von *Pentastomum taenioides*. *d* Darm, *h* Haken, *oe* Speiseröhre, *ov* Eierstock, *rs* Samenblase, *va* Eiergang. — Nach Leuckart.

befindet sich am Hinterende des Tieres. Die Geschlechtsöffnung des Männchens liegt weit vorn an der Bauchseite, die des Weibchens dicht am After; die Geschlechtsorgane erinnern an die gewisser Arachniden. Das zentrale Nervensystem ist auf einen Nervenknoten unterhalb des Schlundes und einen von dem Knoten entspringenden Ring um letzteren reduziert. Augen, Atmungs- und Kreislaufsorgane fehlen. — Hierzu gehört *Pentastomum taenioides*, das in geschlechtsreifem Zustande in der Nasenhöhle und den Stirnhöhlen des Hundes und Wolfes lebt (selten bei anderen Tieren), ♀ 8 cm und mehr, ♂ 2 cm lang. Die Eier, die mit dem Nasenschleim nach außen gelangen, enthalten je ein kleines Junges mit zwei Paar kleinen Haken. Wenn solche Eier zufällig von einem Kaninchen oder einem Schaf aufgenommen werden, wird die Eierschale in deren Magen aufgelöst, und das kleine Junge dringt in die Leber, Lunge etc. ein, wo es bedeutend wächst, aber die Geschlechtsreife nicht erreicht; wird ein Organ mit solchen jungen Pentastomen von einem Hunde verzehrt, so wandern sie in die Nasenhöhle ein und entwickeln sich hier zur Geschlechtsreife.

Die **Pycnogoniden** oder Krebsspinnen (*Pycnogonidae*) haben einen ganz rudimentären Hinterleib; der Vorderleib ist schmal und in vier Glieder geteilt, von denen das vorderste zu einem rüsselförmigen Fortsatz verlängert ist, an dessen Spitze der Mund liegt; im übrigen trägt der Vorderleib vier Punktaugen, ein Paar meistens scherenförmige Oberkiefer und ein Paar tasterförmige Unterkiefer (beide Kieferpaare können aber auch fehlen), und ferner vier (oder fünf)[1] Paar 8-gliedrige Beine, die bald plumper, bald sehr langgestreckt sind, stets aber die Hauptmasse des Körpers ausmachen. Beim Männchen findet sich am Grunde des ersten Beinpaares ein Paar gegliederter, beinähnlicher Anhänge, an denen die Eier befestigt werden; dieselben Anhänge finden sich auch zuweilen beim Weibchen, das keine Eier trägt. Die Blindsäcke des Darmes erstrecken sich weit in die Beine hinein. Atmungsorgane fehlen, dagegen ist ein Herz vorhanden. Eierstöcke und Hoden senden Aeste in alle Beine hinein; Eier und Same treten durch eine Oeffnung im zweiten Glied aller oder einiger Beine aus. Die neugeborenen Jungen sind ungegliedert und besitzen nur drei Gliedmaßenpaare, von denen das vorderste kleine Scheren darstellt und zu den Oberkiefern des ausgebildeten Tieres wird; das dritte Paar scheint zugrunde zu gehen, während das zweite zu den Unterkiefern umgebildet wird. Die Pycnogoniden leben im Meere, wo sie langsam auf dem Boden umherkriechen; in den nördlichen Meeren findet man sowohl kurzbeinige (*Pycnogonum*, Fig. 383) als langbeinige Formen (*Nymphon*).



Fig. 383. *Pycnogonum.*

Die **Bärtierchen** (*Tardigrada*) sind mikroskopische Tierchen, die in Moos, in Dachrinnen, im Süßwasser leben. Sie sind länglich, undeutlich gegliedert und besitzen vier Paar stummelförmige, ungegliederte, an der Spitze mit Krallen versehene Beine, mittels deren sie langsam umherkriechen. Aus dem Munde können sie ein Paar stilettförmige Stechwerkzeuge hervorschieben. Sie besitzen ein Paar kleine Augen und ein ziem-

---

1) Die Einreihung der Pycnogoniden unter die Arachniden hat durch den Nachweis von zehnbeinigen Arten einen starken Stoß erhalten.

lich wohlentwickeltes, aus einem großen Gehirnganglion und mehreren gesonderten Bauchganglien zusammengesetztes Nervensystem. Atmungs- und Kreislaufsorgane fehlen. Die Tardigraden sind getrennten Geschlechts; die Männchen sind weit seltener als die Weibchen. Wenn das Wasser in

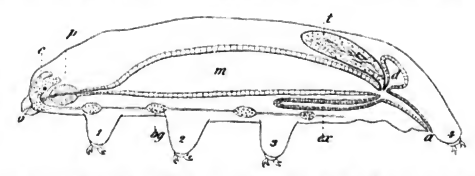


Fig. 384. Schematische Darstellung der Organisation eines Bärtierchens, ♂, von der linken Seite. *a* After, *bg* Bauchganglion, *c* Gehirn, *d* Drüse, *ex* mutmaßliches Excretionsorgan, *m* Magen, *o* Mund, *p* Schlundkopf, *t* Hoden. *1—4* die vier Stummelbeine. — Orig. (mit Benutzung von Figuren von Plate).

der Umgebung, wo die Tardigraden leben, austrocknet, schrumpfen sie zu einem unansehnlichen Körnchen ein und können in diesem Zustande Jahre zubringen; wenn sie wieder befeuchtet werden, dehnen sie sich aus und leben wieder auf. — Die systematische Stellung dieser kleinen Gruppe ist noch unentschieden, und ihre Unterbringung bei den Arachniden dürfte kaum das Richtige treffen.

8. Kreis. **Mollusca, Weichtiere.**

Der Körper ist ungegliedert, von sehr verschiedener Form, ohne gegliederte Anhänge; die Haut weich, oft in großer Ausdehnung bewimpert. Die Leibeswand, die eine Leibeshöhle umschließt, ist an ihrer Unterseite zu einem muskulösen sog. **Fuß** ausgebildet, der bald scheibenförmig, bald zusammengedrückt ist und infolge eines großen

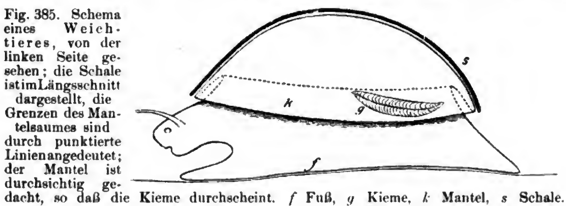


Fig. 385. Schema eines Weichtieres, von der linken Seite gesehen; die Schale ist im Längsschnitt dargestellt, die Grenzen des Mantelsaumes sind durch punktierte Linien angedeutet; der Mantel ist durchsichtig gedacht, so daß die Kieme durchscheint. *f* Fuß, *g* Kieme, *k* Mantel, *s* Schale.

Zusammenziehungsvermögens ein wichtiges Bewegungsorgan bildet. Vorn findet sich ein mehr oder weniger deutlich entwickelter **Kopf** mit Mundöffnung, oft auch mit Tentakeln (Fühlern) und Augen. Oberhalb des Fußes und des Kopfes befindet sich eine Hautfalte, der **Mantel**, der um das ganze Tier herum verläuft; bei einigen ist er

nur ein niedriger Saum, bei anderen als eine große blattartige Hautfalte an beiden Seiten des Körpers entwickelt (Muscheltiere), wieder bei anderen ist er entweder an der Vorder- oder an der Hinterseite des Tieres stärker entwickelt (Schnecken, Tintenfische), so daß zwischen dem Körper und dem Mantel ein taschenförmiger Hohlraum, die Mantelhöhle, entsteht (*k* in Fig. 394 und 438 *B*). Bei der Mehrzahl ist ein größerer Teil des Körpers von einer offenen Schale umgeben, die eine Absonderung der Haut ist; sie hängt nur an einzelnen Stellen mit dieser zusammen, zum größten Teil liegt sie nur lose auf der Oberfläche des Tieres. Die Schale wird nicht gewechselt (wie die Cuticula der Arthropoden), sondern vergrößert sich dadurch fortgesetzt, daß neue Teilchen am Rande abgelagert werden, während sie durch Ablagerung an der inneren Seite verdickt wird; sie besteht aus einer hornähnlichen Substanz, Conchiolin (einem Albuminoid), die aber in der Regel mit Kalksalzen (besonders kohlensaurem Kalk) so stark imprägniert ist, daß letztere dem Gewichte nach die weitaus überwiegende Masse der Schale ausmachen.

Der Darmkanal ist gewöhnlich mit einer größeren Erweiterung, einem Magen, versehen; der After befindet sich entweder am Hinterende oder ist auf die rechte Seite des Tieres gerückt. Gewöhnlich sind Speicheldrüsen, die sich in die Mundhöhle öffnen, und immer eine wohlentwickelte Leber vorhanden, die in den Magen mündet. Bei der Mehrzahl der Weichtiere (mit Ausnahme aller Muscheltiere) befindet sich auf dem Boden der Mundhöhle ein muskulöser, oft ein oder zwei Knorpelstücke enthaltender Wulst, die Zunge, die an ihrer

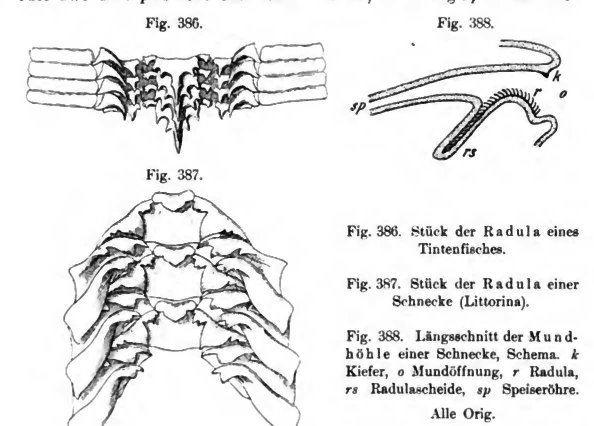


Fig. 386. Stück der Radula eines Tintenfisches.

Fig. 387. Stück der Radula einer Schnecke (Littorina).

Fig. 388. Längsschnitt der Mundhöhle einer Schnecke, Schema. *k* Kiefer, *o* Mundöffnung, *r* Radula, *rs* Radulascheide, *sp* Speiseröhre.

Alle Orig.

Oberfläche mit einem dünnen, festen Häutchen bekleidet ist, an dem Querreihen feiner Zähnchen von verschiedener Form sitzen, deren

Spitzen nach hinten gerichtet sind: Radula, Reibplatte. Die Zähne einer Radulaquerreihe können gleichartig sein, häufiger jedoch sind einige anders gestaltet als die übrigen; jede Querreihe ist stets symmetrisch, meistens ist ein Mittelzahn vorhanden, und die übrigen Zähne sind nach beiden Seiten symmetrisch geordnet. Die aufeinander folgenden Querreihen sind in der Regel gleich. Das vordere Ende der Radula wird immerfort abgenutzt und abgestoßen; das hintere Ende steckt in einem oft sehr tiefen, engen Sack, der Radulascheide, an deren geschlossenem Ende neue Zähne gebildet werden; die Radula wird allmählich aus diesem Sacke hervorgeschoben. Die Zunge wird teils zum Abraspeln benutzt, teils rollen größere oder kleinere Teile durch die Bewegung der Radula in den Mund hinein und weiter (ebenso wie die Zähne eines Zahnrads Teile befördern können, die mit ihnen in Berührung kommen). Außer diesem für die Weichtiere sehr charakteristischen Gebilde findet man häufig in der Mundhöhle noch andere feste (ebenfalls aus einer hornähnlichen Substanz bestehende) Teile sehr verschiedener Art, die sämtlich als Kiefer bezeichnet werden.

Das Nervensystem hat den folgenden Typus (Fig. 389 *A—B*): Oberhalb des vorderen Teiles des Darmkanals liegt ein Paar durch eine Quercommissur verbundener Gehirn(Cerebral)ganglien; von diesen geht jederseits ein Nervenstrang um die Speiseröhre herum zu einem im Fuße liegenden Ganglienpaar, den Fuß (Pedal) ganglien, die ebenfalls durch eine Quercommissur verbunden sind, und nach hinten ein Paar Nerven, die Pedalnerven, aussenden, die bei einigen sehr kräftig und durch Querstränge verbunden sind; sie erinnern an die Bauchnervenstämme der Anneliden. Hinter den Gehirnganglien liegt jederseits ein Pleuralganglion, das durch einen Strang mit dem Gehirn-, durch einen anderen mit dem Fußganglion verbunden ist. Von jedem Pleuralganglion entspringt ein meistens langer Nervenstrang, der nach hinten durch den Körper läuft und in einem Bogen sich mit dem der anderen Seite vereinigt; beide Stränge werden zusammen als Visceralcommissur bezeichnet. In diese sind hinten einige Ganglien eingeschoben, die Visceralganglien. Im einzelnen sind übrigens große Unterschiede bei verschiedenen Mollusken ausgeprägt: die Nervenstränge können lang oder kurz sein, zuweilen so kurz, daß

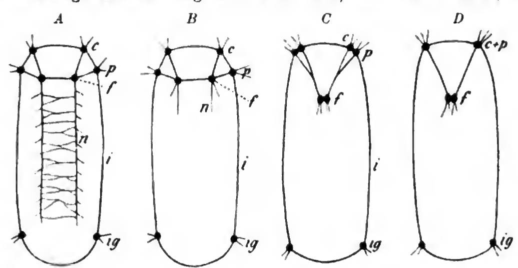


Fig. 389. Schema des zentralen Nervensystems verschiedener Mollusken. *A* einige Schnecken, *B* andere Schnecken, *C—D* Muscheltiere. *c* Gehirn-, *f* Fuß-, *p* Pleural-, *ig* Visceralganglien, *i* Visceralcommissur, *n* Pedalnerven.

alle Ganglien dicht aneinander rücken, einige können verschmelzen (Fig. 389 *D*) etc.

Bei den Schnecken und Cephalopoden (und bei gewissen Muscheltieren) befindet sich am Kopfe ein Paar **Augen**, die in der Regel nach einem der in Fig. 32, 2, 3, 5, 6, S. 30 abgebildeten Typen gebaut sind; seltener finden sich Augen an anderen Teilen des Körpers. Die Mollusken besitzen allgemein jederseits im Körper ein **Gehörbläschen**, das bei manchen Muscheltieren (z. B. der Miesmuschel) durch einen engen Kanal mit der Oberfläche in Verbindung steht (Fig. 30, S. 27), sonst aber geschlossen ist. Die Gehörbläschen haben gewöhnlich in der Nähe der Fußganglien ihren Sitz, die Nerven, die zu ihnen gehen (Hörnerven), kommen aber stets von den Gehirnganglien. Als **Tastwerkzeuge** sind die bei den Schnecken allgemein auftretenden Tentakel aufzufassen; bei anderen Mollusken fungieren andere Anhänge, Papillen etc., in derselben Weise. Ein oder ein Paar als **Geruchsorgane** gedeutete Sinneswerkzeuge (besonders ausgebildete Hautpartien) finden sich in der Mantelhöhle der meisten Schnecken und einiger Muscheltiere; bei den Cephalopoden findet man hinter den Augen ein Paar Gruben, die in derselben Weise gedeutet werden.

Das **Gefäßsystem** ist meistens wohlentwickelt; es sind zahlreiche Gefäße vorhanden, wenn auch das Blut teilweise durch die Spalten zwischen den Organen fließt. Das **Herz**, das eine dorsale Lage hat, besteht aus einem oder zwei (bei Nautilus sogar vier) **Vorhöfen**, in die das Blut von den Kiemen (oder der Lunge) her eintritt, und einer dickwandigeren **Herzkammer**, die das Blut aus den Vorhöfen empfängt und in den Körper treibt. Das venöse Blut sammelt sich in einem oder mehreren größeren Blutbehältern, welche die Atmungsorgane mit Blut speisen.

Die **Atmungsorgane** sind gewöhnlich **Kiemen**, die in der Mantelhöhle liegen, in der Regel **ein Paar** (oder nur eine einzige); sie sind federförmig, bestehen aus einem Stamm mit zwei Reihen von Blättern (von denen die eine fehlen kann). Seltener ist eine größere Anzahl solcher Kiemen vorhanden (Nautilus, Chitonen), oder es sind an der Oberfläche des Körpers Auswüchse von verschiedener Form entwickelt, die als Kiemen fungieren. Bei gewissen Schnecken fehlen Kiemen, und die Mantelhöhle kann dann (bei den Lungenschnecken) als **Lunge** fungieren; bei anderen fehlen besondere Atmungsorgane gänzlich.

Die **Excretionsorgane**, die **Nieren**, sind schlauch- oder sackförmige Organe, die je zwei Oeffnungen besitzen, von denen die eine an der Oberfläche des Tieres liegt, während die andere in den sog. Herzbeutel (Pericardium), einen das Herz umgebenden Abschnitt der Leibeshöhle, hineinführt. Es ist gewöhnlich ein Paar Nieren vorhanden — von denen die eine fehlen kann (bei den meisten Schnecken) —, selten zwei Paare (Nautilus). Sie entsprechen ohne jeden Zweifel den **Segmentalorganen** der Ringelwürmer[1]). — Bei einigen

1) Bei manchen Mollusken — Cephalopoden, vielen Muscheltieren, einigen Schnecken — findet man, daß gewisse Partien des den Herzbeutel auskleidenden Epithels eine drüsige Beschaffenheit annehmen; die betreffenden Epithelpartien können Ausstülpungen der Vorhöfe bekleiden oder treten als echt drüsenartige Ausstülpungen der Herzbeutelwand auf etc. Allem Anschein nach haben wir es in den genannten Gebilden, die mit dem gemeinsamen Namen **Pericardialdrüse** bezeichnet werden, mit Excretionsorganen zu tun. Die in den Zellen gebildeten Abfallstoffe, die zum Teil feste Concretionen sind, werden ohne Zweifel durch die Nieren nach außen befördert.

Mollusken (gewissen Schnecken und Muscheltieren) münden die Ausführungsgänge der Geschlechtsdrüsen in die Nieren.

Was die Geschlechtsorgane betrifft, so ist das ursprüngliche Verhältnis bei den Mollusken derart, daß ein Paar Geschlechtsdrüsen, jede mit ihrem Ausführungsgang, vorhanden sind; manchmal besteht aber nur die eine Geschlechtsdrüse und der eine Ausführungsgang; oder die Geschlechtsdrüsen sind verschmolzen, die Ausführungsgänge getrennt, etc. Im übrigen bietet der Geschlechtsapparat eine große Mannigfaltigkeit dar: manche Mollusken sind hermaphroditisch, andere getrenntgeschlechtlich; oft sind die Ausführungsgänge mit Nebenapparaten versehen; häufig finden sich eigentümliche Begattungsorgane verschiedener Art, etc. (vergl. die einzelnen Klassen). — Parthenogenesis ist ebensowenig wie eine ungeschlechtliche Fortpflanzung innerhalb dieser Abteilung bekannt.

Die Mehrzahl der Mollusken durchläuft eine Metamorphose; die Larve (Fig. 409, 411 und 423) schwimmt mittels eines sog. Segels (*Velum*), einer am Rande mit Wimperhaaren versehenen scheibenartigen Ausbreitung des Kopfes, frei umher, oft ist das Segel nur durch einen am Kopfe angebrachten Kranz von Wimperhaaren vertreten (vergl. die Larven der Borstenwürmer).

Bei den Embryonen verschiedener Schnecken und Muscheltiere sind sog. Urnieren (Fig. 390) nachgewiesen worden, Röhren, die auf der Oberfläche ausmünden und innerlich durch eine große Zelle geschlossen sind, von der eine Wimperflamme in die Röhre hineinragt. Aehnliche provisorische Excretionsorgane kommen auch bei manchen Annelidenlarven vor (S. 223).



Fig. 390. Urniere einer Lungenschnecke. *e* Epidermis, *u* Urnierenkanal, in dem ein großer Kern und ein Paar kleinere liegen, *u'* dessen Oeffnung, *z* Endzelle mit Wimperflamme. — Nach Meisenheimer.

Die Mollusken sind überwiegend Wassertiere, besonders Meerestiere; viele Schnecken leben jedoch auf dem Lande, in der Regel an feuchten Stellen. Sie sind nicht allein in der Jetztzeit in einem großen Reichtum von Formen vertreten, sondern waren es auch in früheren Perioden, und Molluskenschalen gehören zu den häufigsten Fossilien (viele sind für die Geologen als „Leitfossilien" von großer Bedeutung).

Die Mollusken dürften von den Anneliden oder von diesen nahestehenden ausgestorbenen Formen abzuleiten sein (vergl. die Augen, Gehörbläschen, Excretionsorgane, Urnieren, Larvenform). Am schwierigsten von den Verhältnissen der Anneliden ableitbar ist das Nervensystem, das aber mit dem Nervensystem der Annelidenlarven eine gewisse Aehnlichkeit darbietet.

1. Klasse. **Placophora, Chitonen.**

Die Chitonen (Käferschnecken) sind eine kleine Abteilung von fast durchweg streng symmetrisch gebauten Mollusken; von der für die Schnecken so charakteristischen Schiefheit ist hier keine Spur vor-

handen. Es sind ziemlich abgeplattete, schwach gewölbte ovale Tiere, deren Unterseite von einem großen, scheibenförmigen **Fuß** einge-



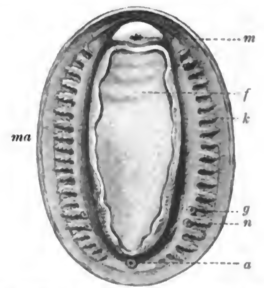
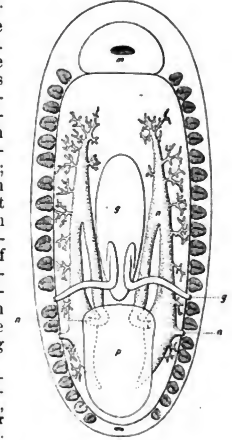
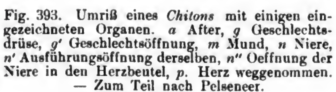


Fig. 391. *Chiton* von der Oberseite. Man sieht die 8 Querplatten und zahlreiche Plättchen in der Randpartie. — Orig.
Fig. 392. *Chiton*, von unten gesehen, leicht schematisiert. *a* After, *f* Fuß, *g* Geschlechtsöffnung, *k* Kieme, *m* Mund, *ma* Mantel, *n* Nierenöffnung. — Orig.

nommen wird. Anstatt einer zusammenhängenden Schale findet sich auf der Rückenseite eine Reihe von 8 breiten, verkalkten **Querplatten**, von denen jede die nächste dachziegelartig überdeckt, und außerhalb dieser an der Randpartie der Oberseite zahlreiche kleinere Kalkplättchen oder Kalkstacheln. Der **Mantel** ist nur durch eine niedrige Falte, die oberhalb des Fußes und des Kopfes um den ganzen Körper herumzieht, repräsentiert (Fig. 438 *A*); er bedeckt eine Reihe federförmiger **Kiemen** auf jeder Seite. Der nicht sehr ausgeprägte Kopf ist tentakel- und augenlos; dagegen sind bei einigen Chitonen **Augen** an der Rückenseite des Tieres zerstreut vorhanden; sie sitzen an der Spitze von weichen Hautfortsätzen, welche die Schalenplatten durchbohren, also scheinbar auf den Schalenplatten selbst. — Das **Nervensystem** ist besonders dadurch ausgezeichnet, daß zwei von den Fußganglien entspringende, nach hinten verlaufende Nerven (vergl. Fig. 386 *A*) sehr kräftig




Fig. 393. Umriß eines *Chitons* mit einigen eingezeichneten Organen. *a* After, *g* Geschlechtsdrüse, *g'* Geschlechtsöffnung, *m* Mund, *n* Niere, *n'* Ausführungsöffnung derselben, *n''* Oeffnung der Niere in den Herzbeutel, *p*. Herz weggenommen. — Zum Teil nach Pelseneer.

und durch zahlreiche Querstränge verbunden sind. Es ist eine wohlentwickelte **Radula** vorhanden; der **After** befindet sich am Hinterende in der Mittellinie des Tieres. Das **Herz** liegt oberhalb des Enddarmes; es ist mit zwei Vorhöfen ausgestattet, die symmetrisch einer an jeder Seite der Herzkammer gelagert sind. Es findet sich ein Paar gestreckte, mit Aesten versehene **Nieren**, die in die Mantelfurche, eine an jeder Seite, etwas vor dem After ausmünden. Die **Geschlechter** sind getrennt; Eierstock und Hoden sind unpaar, die Ausführungsgänge aber getrennt und münden jederseits dicht vor den Nierenöffnungen in die Mantelfurche. Die **Larven** sind oval, vorn mit einem Wimperkranz (Velum) und zwei (später sich rückbildenden) Augen versehen. — In der Nord- und Ostsee kommen kleinere Arten der augenlosen Gattung *Chiton* vor, in den wärmeren Meeren leben größere Formen.

Zu den Schnecken rechnete man früher, ebenso wie die Chitonen, auch eine andere kleine Gruppe symmetrischer Mollusken, nämlich die **Scaphopoden** (Gattung *Dentalium* u. a.), deren langgestreckter Körper von einer kegelförmigen, schwach gebogenen, an beiden Enden offenen Schale umgeben ist. Wir können hier übrigens nicht näher auf den Bau dieser in mancher Hinsicht sehr abweichenden und isoliert stehenden Gruppe eingehen.

2. Klasse. Gastropoda, Schnecken.

Der Bau der Schnecken wird am leichtesten dem Verständnisse zugänglich, wenn wir uns den Schneckentypus durch Umformung eines Chitons in folgender Weise entstanden denken (vgl. Fig. 438 *A* und Fig. 394): Die Rückenpartie ist stark gewölbt geworden, meistens so-

Fig. 394.

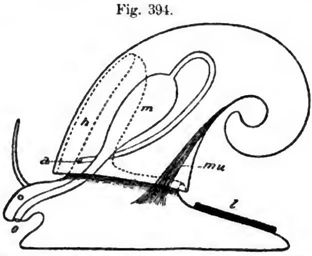


Fig. 394. Schematische Figur einer Schnecke, von der linken Seite gesehen (Schale weggenommen). *a* After, *f* Fuß, *h* Mantelhöhle, *l* Deckel, *m* Magen, *mu* Schalenmuskel, *o* Mund. Die punktierte Linie deutet die Grenze der Mantelhöhle an. — Orig.

Fig. 395.

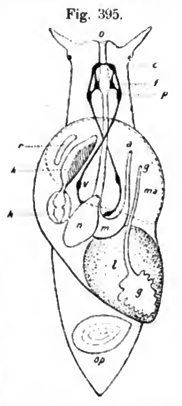


Fig. 395. Schema des Baues einer Schnecke (Vorderkiemer), von oben gesehen. *a* After, *c* Gehirnganglion, *f* Fußganglion, *g* Geschlechtsdrüse, *g'* Geschlechtsöffnung, *h* Herz, *k* Kieme, *l* Leber, *m* Magen, *ma* Mantelhöhle (Grenze durch eine punktierte Linie angegeben), *n* Niere, *o* Mund, *op* Deckel, *p* Pleuralganglion, *r* Geruchsorgan, *v* Visceralganglion. — Nach Pelseneer, geändert.

gar in einen hohen Sack ausgezogen; der untere Rand der Mantelfalte umgibt den unteren Teil des Sackes. An der Vorderseite des Sackes ist die Mantelfurche sehr stark vertieft, so daß wir hier eine tiefe, taschenförmige Höhlung, die Mantelhöhle, finden, deren Oeffnung nach unten gerichtet ist; hinten ist die Mantelfurche niedrig, ebenso wie bei den Chitonen. In den sackförmigen Teil des Körpers sind die meisten Eingeweide (Darmkanal, Leber, Geschlechtsorgane etc.) gerückt, während die untere Partie des Körpers fast ohne Eingeweide ist; der Sack ist von einer Kalkschale umgeben. Das Tier zerfällt infolge dieser eigentümlichen Ausbildung naturgemäß in zwei Hauptabschnitte: den weichen asymmetrischen Eingeweidesack, dessen untere Grenze durch den Mantelrand bezeichnet wird, und einen unteren, symmetrischen Abschnitt, den Unterkörper, mit dem Fuß und dem Kopf.

Der Kopf ist gewöhnlich ziemlich deutlich ausgebildet; er trägt ein Paar Fühler, Tentakel, die bei den Landpulmonaten handschuhfingerartig eingestülpt und in den Kopf zurückgezogen werden können, bei anderen Schnecken nur stark zusammenziehbar sind [1]. Außerdem findet sich auf dem Kopfe ein Paar meistens kleiner Augen, die zuweilen an der Spitze besonderer tentakelähnlicher Stiele sitzen (so bei den gewöhnlichen Landpulmonaten), meistens aber direkt am Kopfe ihren Platz haben oder auf die Seite der Tentakel gerückt sind. Der Fuß ist in der Regel eine platte, sehr kontraktile Scheibe, welche die ganze Unterseite des Unterkörpers einnimmt.

Der weiche, dünnhäutige Eingeweidesack ist von einer röhrenförmigen, am einen Ende offenen, am anderen geschlossenen Schale bedeckt, die gegen die Oeffnung zu allmählich weiter wird. Nur in selteneren Fällen ist die Röhre gerade oder nur schwach gebogen, in

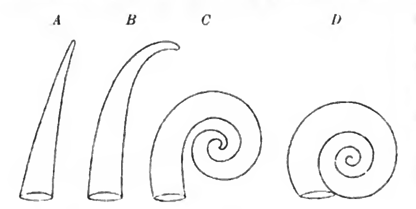


Fig. 396. Verschiedene Formen von Schneckenschalen von der linken Seite gesehen (Schemata). *A*–*B* schwach gebogen; *C* spiralige Schalenröhre, deren Windungen einander nicht berühren; *D* ähnliche, deren Windungen einander anliegen (der gewöhnliche Typus). — Orig.

der Regel ist sie spiralig gewunden; die Konkavität der Spirale entspricht bei den Schnecken stets der Hinterseite des Eingeweidesackes (vgl. Fig. 396). Die einzelnen Windungen der spiraligen Schalenröhre berühren einander fast immer, ja sind sogar innig verbunden. In einigen Fällen ist die Spirale, die sie bilden, völlig oder annähernd symmetrisch, wie eine Uhrfeder: scheibenförmige Schalen; in den meisten Fällen ist aber der innerste Teil der Spirale (das geschlossene Ende der Röhre) nach der einen Seite ausgezogen, so daß die Schale

1) Bei einigen Schnecken (Hinterkiemern) findet sich hinter diesen noch ein Paar Tentakel, die oft in einer Vertiefung verborgen werden können und häufig an der Oberfläche gefaltet sind; sie werden als Geruchsorgane gedeutet (Rhinophoren).

eine um einen Kegel gewundene Schraube beschreibt [1]). Die Grundform der meisten Schneckenschalen wird deshalb die Kegelform, wenn auch manche wegen der verschiedenen Gestalt der Schalenröhre etc. von derselben sehr abweichen. Stellt man eine solche Schale derartig auf, daß die Spitze der Schale (das geschlossene Ende der Schalenröhre) nach oben, die Mündung der Schale gegen den Beschauer gewendet ist (Fig. 397), so liegt die Mündung entweder rechts: rechtsgewundene Schalen, oder sie liegt links: linksgewundene Schalen. Die Schale

Fig. 397.

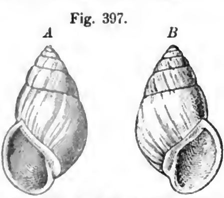


Fig. 397. Die Schalen zweier Exemplare einer tropischen Landschnecke (*Bulimus perversus*), welche bald linksgewunden (*A*), bald rechtsgewunden (*B*) ist. — Nach v. Martens.

Fig 398.

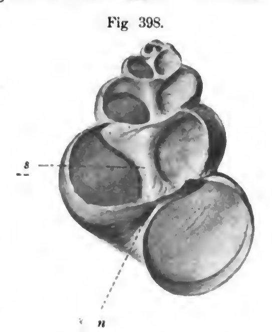


Fig. 398. Schale einer Schnecke (*Paludina*), an welcher ein großer Teil der dem Betrachter zugewendeten Wand weggebrochen ist. *n* Nabel, *s* Spindel. — Orig.

wird von dem Tiere derartig getragen, daß ihre Spitze, wenn die Schale rechtsgewunden ist, nach rechts (und nach oben und hinten), wenn sie linksgewunden ist, nach links (oben und hinten) gerichtet ist. Rechtsgewundene Schalen sind weit häufiger als linksgewundene;

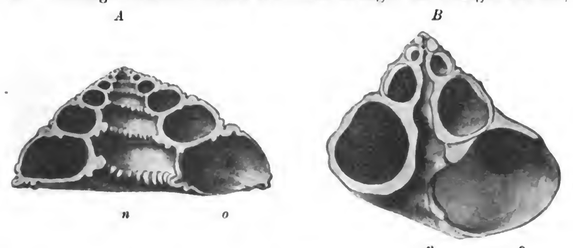


Fig. 399. Schalen zweier Vorderkiemer, durchgeschliffen, *A* mit ungemein weiter, *B* mit etwas engerer Nabelröhre. In *B* sind die obersten Windungen ganz, die mittleren teilweise mit einer Kalkablagerung erfüllt. *n* Nabel, *o* Schalenöffnung. — Orig.

1) Im Gegensatz zu der einfachen Schraube, wie man sie in den Schrauben hat, die in Holz eingesetzt werden, in welchen die Spirallinie überall dieselbe Kurvatur hat, ist die Spirale einer Schneckenschale eine sog. logarithmische Spirale, d. h. der Radius der Kurvatur wird ständig größer als die Spirallinie sich verlängert.

bei einigen Arten findet man die eine, bei anderen die andere Form; als individuelle Abweichung trifft man aber bei Formen, die normal eine rechtsgewundene Schale besitzen, Exemplare mit linksgewundener Schale; selten ist beides gleich häufig bei derselben Art. Bei einzelnen Schnecken ist die Schalenröhre derartig gewunden, daß in der Schalenmitte eine größere von den Windungen umgebene, unten offene Höhlung entsteht (Fig. 399); häufiger liegen aber die Windungen derartig aneinander, daß dieser Hohlraum, die Nabelröhre, stark eingeengt wird; manchmal ist auch ihre äußere Oeffnung, der Nabel, von der letzten Windung zugedeckt. Diejenigen Teile der Windungen, welche die Nabelröhre zunächst umgeben, bilden zusammen eine Art Säule in der Mitte der Schale: die Spindel (*Columella*).

Das Wachstum der Schale findet in der Weise statt, daß von dem verdickten Rande des Mantels neue Schalenteilchen abgesondert werden, die sich an den Rand der Mündung legen und so die Schalenröhre verlängern; das Wachstum scheint stets mit Unterbrechungen stattzufinden, im Laufe kürzerer Zeit wird ein größeres Stück gebildet, dann tritt eine längere Periode der Ruhe ein, etc. Diejenige Seite der Schalenröhre, die älteren Windungen dicht anliegt, ist meistens dünner als der übrige, frei hervortretende Teil, zuweilen sogar schwierig zu erkennen. Außer der genannten Ablagerung von Schalenteilchen an der Mündung werden auch innen in der Schalenröhre von der ganzen Oberfläche des Eingeweidesackes Kalkteile abgelagert und dadurch die Schale verdickt; die allerältesten engen Windungen an der Spitze der Schale werden in dieser Weise oft mit Kalk angefüllt (Fig. 399 *B*); nicht selten werden solche mit Kalk gefüllte Windungen abgestoßen. Bisweilen bildet sich auch eine Querscheidewand im älteren Teile der Schale und nachher wird die außerhalb derselben liegende Spitze abgebrochen. Neben der Neubildung von Schalenteilchen findet man auch häufig eine Resorption älterer Teile der Schale; nicht selten beobachtet man z. B., daß, ehe eine Wachstumsperiode der Schale anhebt, in der Nähe der Mündung Teile der Oberfläche der alten Schale an denjenigen Stellen aufgelöst, weggeätzt werden, wo das neue Schalenstück sich über ältere hinlegen wird; ferner findet auch tiefer im Innern häufig eine Resorption der versteckten Teile der Schalenröhre statt, wodurch die Wände zwischen aneinander liegenden Windungen stark verdünnt oder sogar völlig aufgelöst werden können. — Die Schale der Schnecken besteht in der Hauptsache aus kohlensaurem Kalk mit einer geringen Menge Conchiolin; an der Oberfläche der Schale findet man häufig eine dünne, unverkalkte, leicht abschilfernde, hornartige Schicht.

Der Querschnitt der Schalenröhre ist verschieden, selten kreisrund, meistens etwas zusammengedrückt, zuweilen sogar spaltförmig. Bei einigen können die jüngeren Windungen die älteren völlig oder fast völlig einhüllen, so daß jene äußerlich nicht oder sehr wenig zu sehen sind. Die kegelförmigen Schalen sind bald höher, bald niedriger, im letzteren Falle nähert sich die Gestalt der scheibenförmigen. In einigen Fällen sind die Windungen sehr zahlreich, und der Querschnitt der Schalenröhre nimmt ganz allmählich an Größe zu; in anderen Fällen sind nur wenige, rasch an Umfang zunehmende Windungen vorhanden. Bei nicht wenigen Schnecken nimmt die Mündung, wenn das Wachstum abgeschlossen ist, eine eigentümliche Form an, wird erweitert, der Rand verdickt etc.; bei anderen hat die Mündung schon bei jüngeren Tieren einen eigentümlichen (ver-

dickten, stacheligen) Rand, und am Schluß jeder Wachstumsperiode wird dann ein neuer Rand gebildet, so daß man an der Schale die älteren Mündungen als besonders hervortretende Teile angedeutet findet. (Ueber den Ausschnitt oder Halbkanal der Schale für die Atemröhre vergl. unten.) Die Schalen sind oft bunt gefärbt, stachelig, mit feinerer oder gröberer Skulptur der Oberfläche etc. Zuweilen ist der Mantelrand besonders stark entwickelt, schlägt sich über die Schale hinauf und sondert an der Außenfläche derselben eine glänzende Schicht ab (z. B. bei den Porzellanschnecken, *Cypraea*).

Die regelmäßige Spiralwindung der Schneckenschale steht offenbar damit in Zusammenhang, daß eine regelmäßig spiralig gewundene Schale bequemer von dem Tier zu tragen ist als eine lange gerade oder eine unregelmäßig gebuchtete Röhre. Bei gewissen Schnecken (z. B. der Gattung *Vermetus*, Wurmschnecke, Fig. 400), die nur in der Jugend freilebend, später mit der Schale Fremdkörpern angewachsen sind, ist nur die während des freien Lebens gebildete Schalenpartie regelmäßig spiralig, während die Schale nachher ganz unregelmäßig als eine wurmförmig gekrümmte Röhre auswächst. — Eine andere sekundäre Abweichung von dem gewöhnlichen röhrenförmigen Schalentypus liefern die Schalen, deren Röhre sich sehr schnell erweitert und so zu einem Napf wird (Ohrenschnecke, *Haliotis*, Fig. 401 *A*, u. a.); die Schale kann auch hier zunächst in der Jugend die gewöhnliche Ausbildung haben, später aber, statt zu einer Röhre, zu einem niedrigen



Fig. 400. Schale einer Wurmschnecke; oben sieht man den regelmäßigen, jugendlichen Teil der Schale. — Orig.

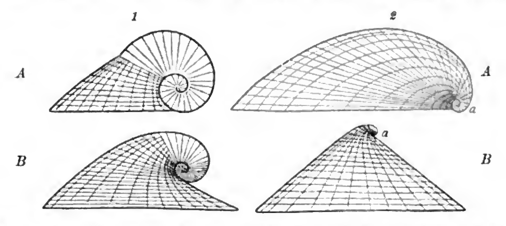


Fig. 401. *A*. Jüngere (*1*) und ältere (*2*) Schale einer Schnecke (*Haliotis*), die, zunächst regelmäßig spiralig, später sich so stark erweitert, daß sie napfförmig wird. *B*. Aehnlich, aber die spiralige Partie sehr klein (wird zuletzt abgeworfen, ist in *B 2* noch erhalten). *a* ältester Teil der Schale. *A 1* und *B 1* vergr. Alle schematisch. — Nach Naef.

weiten Napf auswachsen; manchmal fallen die ältesten Schalenteile ab, so daß nur der Napf übrig bleibt (*Patella* u. a., Fig. 401 *B*). — Bei manchen Schnecken sind die Schale und der Eingeweidesack

rudimentär, oder sie fehlen völlig; die Eingeweide sind dann in den Unterkörper aufgenommen. Wo die Schale rudimentär oder schwach entwickelt ist, ist sie gewöhnlich ganz oder teilweise von Hautfalten (resp. in eine Hauttasche) eingeschlossen.

Der Eingeweidesack liegt im ganzen frei innerhalb der Schale, ist aber an einer einzelnen Stelle mit letzterer fester verbunden, nämlich dort, wo der Schalenmuskel (Spindelmuskel) von der Spindel entspringt. Der Schalenmuskel liegt an der Hinterseite des Eingeweidesackes und zieht von da in den Unterkörper hinab, welch letzteren er, wenn das Tier beunruhigt wird, mit in die Schale zurückzieht.

An der Oberseite des hinteren Teiles des Unterkörpers findet man bei manchen Schnecken eine aus Conchiolin oder solchem und Kalk bestehende Platte, die, wenn das ganze Tier in die Schale zurückgezogen ist, einen gewöhnlich dicht schließenden Deckel (*Operculum*) in der Mündung bildet (indem das Tier sich in die Schale zurückzieht, klappt es den Fuß derartig zusammen, daß die Platte nach unten gerichtet wird). Der Deckel ist mit seiner Unterfläche an dem Tiere festgeheftet und wächst dadurch, daß von der Haut neue Teilchen abgesondert werden, die sich den älteren anschließen; zuweilen findet das Wachstum in solcher Weise statt, daß der Deckel auf seiner Oberfläche eine Spirallinie zeigt.

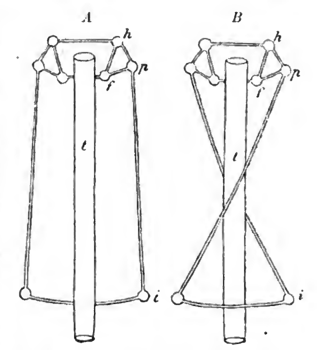
Ein ganz anderes Gebilde ist der bei einigen Landschnecken vorkommende sog. Winterdeckel (*Epiphragma*). Letzterer ist eine meistens papierdünne, seltener dickere Platte, die man z. B. bei den *Helix*-Arten (bei *H. pomatia* ist er sehr dick und fest) in der Mündung der Schale findet, wenn die Tiere im Winterschlaf liegen und sich deshalb in die Schale zurückgezogen haben; sie ist aus einem erhärteten, kalkhaltigen Schleim gebildet, hängt nicht mit dem Tiere zusammen und wird am Ende des Winterschlafes abgestoßen, um jedes Jahr aufs neue gebildet zu werden.

Die Haut ist bei den Schnecken weich und schleimig; der Schleim wird von einzelligen Drüsen abgesondert, die massenhaft an der Oberfläche des Körpers münden. Bei den Vorderkiemern findet sich eine eigentümliche, gefaltete, schleimabsondernde Epithelpartie an der inneren Seite des Mantels, die „Schleimdrüse“ [1]).

Das zentrale Nervensystem besteht aus je einem Paar Gehirnganglien, Fußganglien und Pleuralganglien und einer verschiedenen Anzahl Visceralganglien, die in der S. 397 angegebenen Weise miteinander verbunden sind. Bei den Hinterkiemern und den Pulmonaten verläuft die Visceralcommissur in einem Bogen nach hinten von einem Pleuralganglion zum anderen und hat während des ganzen Verlaufes ihren Platz unterhalb des Darmkanals. Bei den Vorderkiemern dagegen ist die Visceralcommissur in einer eigentümlichen Weise um den Darmkanal gewunden und zwar so, daß sie, wenn wir von dem vom linken Pleuralganglion entspringenden Ende derselben ausgehen, nach rechts und hinten unterhalb des Darmkanals verläuft, um dann umzukehren, oberhalb des Darmkanals querüber nach der linken Seite zu gehen und dann wieder, oberhalb des Darmkanals, nach vorn und rechts zu verlaufen und im rechten Pleuralganglion zu enden (Fig. 402 *B*). Diese

1) Bei gewissen Schnecken sondert diese Drüse außer Schleim noch eine Flüssigkeit ab, die durch Einwirkung des Lichts eine violette, sehr dauerhafte Farbe annimmt: „Purpur“.

Fig. 402. Hauptpartien des Nervensystems in ihrem Verhältnis zum Darmkanal bei einem Hinterkiemer (*A*) und bei einem Vorderkiemer (*B*); Schemata. *h* Gehirn-, *p* Pleural-, *f* Fuß-, *i* Visceralganglien, *t* Darmkanal.



eigentümliche Anordnung des Nervensystems (Streptoneurie), die bei allen Vorderkiemern gefunden wird, setzt Umlagerungen größerer Teile des Tieres voraus.

In der Tat findet während des Embryonallebens eine Drehung (Torsion) des Eingeweidesackes im Verhältnis zum Unterkörper um 180° statt (Fig. 403). Die Mantelhöhle ist zuerst hinten gelegen; indem sich der Eingeweidesack dreht, wird sie zunächst nach rechts und schließlich nach vorn verlagert; auch der After liegt zuerst hinten und kommt durch die Drehung nach vorn zu liegen. Durch die Torsion findet dann gleichzeitig die Umlagerung des Nervensystems statt.

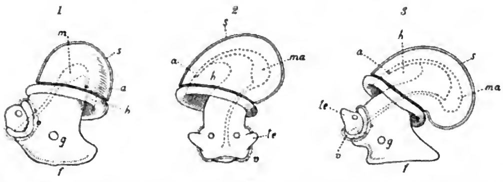


Fig. 403. Verschiedene Stadien der Entwicklung eines Vorderkiemers (*Paludina*). *1* jüngstes, *3* ältestes Stadium, *1* und *3* von der linken Seite, *2* von vorn. In *1* ist die Mantelhöhle auf der Hinterseite des Eingeweidesackes gelegen; in *2* hat sich letzterer so weit gedreht, daß die Mantelhöhle rechts liegt; in *3* noch weiter, so daß sie vorn liegt. *a* After, *f* Fuß, *g* Gehörorgan, *h* Mantelhöhle, *ma* Magen, *s* Schale, *te* Tentakel, *v* Segel. — Nach Naef, geändert.

Von den Sinnesorganen haben wir schon oben die Augen erwähnt; für die Gehörorgane ist auf das S. 398 für die Mollusken im allgemeinen Bemerkte zu verweisen. Bei den meisten Schnecken findet sich in der Mantelhöhle eine besonders ausgebildete, nervenreiche, oft gefaltete Hautpartie, die mit einem eigentümlichen Epithel bekleidet ist; sie hat ihren Sitz in der Nähe der Kieme, und wenn zwei Kiemen vorhanden sind, sind auch zwei solche Organe ausgebildet. Es sind zweifellos Sinnesorgane, mit denen wir es hier zu tun haben; sie werden als Geruchsorgane bezeichnet.

In bezug auf den Darmkanal ist besonders hervorzuheben, daß der After in der Regel an der rechten[1]) Seite in der Mantelhöhle,

1) Ebenso wie bei anderen in gewissen Beziehungen asymmetrischen Tieren (z. B. bei den Säugetieren) kann auch bei den Schnecken eine Umkehrung der ge-

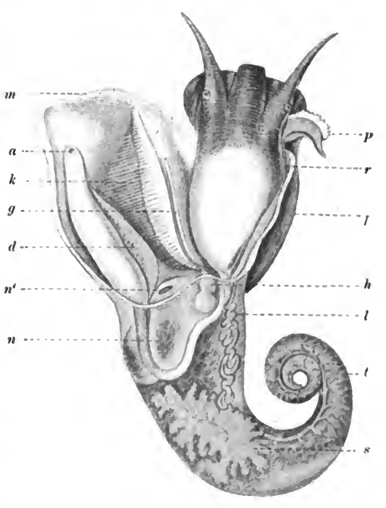


Fig. 404. Männliche Strandschnecke (*Littorina*) aus der Schale genommen, von oben gesehen; der Mantel ist auf der rechten Seite losgeschnitten und nach links gelegt. *a* After, *d* Schleimdrüse, *f* Fuß, *g* Geruchsorgan, *h* Herz, *k* Kieme, *l* Leber, *m* Mantelrand, *n* Niere, *n'* Nierenöffnung, *p* Penis, *r* Samenrinne, *s* Samenleiter, *t* Hoden. — Nach Souleyet, geändert.

also ganz asymmetrisch, liegt; nur bei einigen wenigen Formen unter denjenigen Schnecken, bei denen die Schale verloren gegangen ist, kann der After eine symmetrische Lage einnehmen (vergl. die Hinterkiemer). Im Munde ist eine Radula vorhanden, die bei den verschiedenen Schnecken mancherlei Modifikationen darbietet; manche besitzen außerdem ein Paar Kiefer, die entweder an der Seite der Mundhöhle sitzen oder oben, wo sie dann zu einem einzigen (so bei manchen Pulmonaten) verschmelzen können, oder an der unteren Seite der Mundhöhle vor der Radula zusammenrücken. Bei einem Teil der Schnecken ist die Mundhöhle sehr stark entwickelt und kann als ein langer Rüssel ausgestülpt werden, an dessen Spitze Kiefer und Radula sitzen. Die betreffenden Formen sind Raubtiere, die den Rüssel in die Beute hineinstecken und diese damit ausfressen[1]. Zuweilen findet sich ein muskulöser Kaumagen, der mit festen Cuticularplatten ausgestattet ist. Es sind Speicheldrüsen vorhanden, die bei gewissen Schnecken Säuren absondern, z. B. freie Schwefelsäure (im Secret einer Speicheldrüse war 3 Proz. Schwefelsäure vorhanden), die wahrscheinlich zur Auflösung der Kalkteile der Beute dient. Die „Leber" ist eine große, stark zusammengesetzte Traubendrüse, deren Secret eine stark lösende

wöhnlichen Lage der Organe vorkommen, derart, daß alles, was sonst rechts liegt, links liegt und umgekehrt (eine *Inversio viscerum*); es liegt dann der After links statt rechts, und die übrigen Teile nehmen ebenfalls eine der gewöhnlichen entgegengesetzte Lage ein. Dies fällt zuweilen mit Linksgewundensein der Schale zusammen; es kommen aber auch Formen mit linksgewundenen Schalen vor, welche die gewöhnliche Lage der Organe besitzen, also auch den After rechts haben.

1) Bei gewissen Vorderkiemern (*Natica*) findet sich an der Unterseite des Rüssels eine saugnapfähnliche Hautpartie, deren Epithel eine Säure absondert. Indem das Tier diese Hautpartie an die Schale anderer Weichtiere anlegt, erzeugt es in derselben ein Loch, durch das es den Rüssel einführen kann, um die weichen Teile der Beute auszufressen.

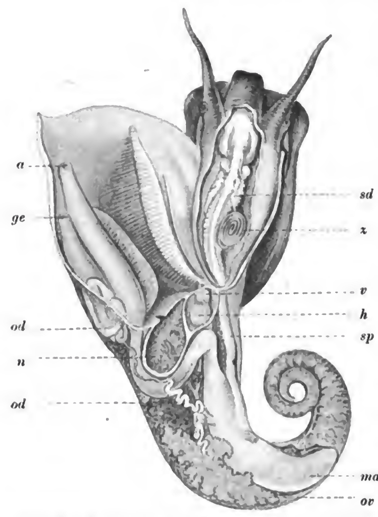


Fig. 405. Weibliche Strandschnecke, ähnlich wie das in Fig. 404 abgebildete Tier behandelt; außerdem sind Teile der Leibeswand etc. entfernt und einige Organe (Niere, Herzbeutel) geöffnet. *a* After, *ge* Geschlechtsöffnung, *h* Herzkammer, *ma* Magen, *n* Niere, *od* Eileiter, *ov* Eierstock, *sd* Speicheldrüse, *sp* Speiseröhre, *v* Vorhof, *z* spiralig aufgerollte Radulascheide.— Nach Souleyet, geändert.

Wirkung auf Cellulose ausübt. Neben ihrer Funktion als Absonderungsorgan hat die Leber zugleich die, daß sie fein verteilte feste Teile der Nahrung (z. B. Stärkekörner) aufnimmt, auflöst und aufsaugt, ja sogar feste Teilchen in die Leberzellen aufnimmt. Weiter spielt sie eine Rolle als Magazin teils für Nährstoffe (Glycogen, Fett), teils für Kalksalze, die in verschiedenen Zellen der Leber angesammelt werden.

Das Herz besteht bei denjenigen Schnecken, die in der Mantelhöhle zwei Kiemen besitzen (vergl. unten), aus einer Herzkammer und zwei Vorhöfen, die von je einer Kieme das Blut empfangen; bei den Schnecken, die nur eine Kieme oder eine Lunge besitzen, ist in der Regel nur ein Vorhof vorhanden, der das Blut von der Kieme oder der Lunge empfängt. Bei einigen Schnecken (mit zwei Vorhöfen) wird die Herzkammer von dem Enddarm durchbohrt (siehe die Muscheltiere). Das von der Herzkammer entspringende Arteriensystem ist wohlentwickelt, ebenso die Venen, die das Blut zu den Kiemen (oder der Lunge) führen; dagegen fehlt ein Capillarnetz, die Aeste der Arterien und Venen stehen durch große, bluterfüllte Räume zwischen den Eingeweiden miteinander in Verbindung.

Die Atmungsorgane. Bei einigen Vorderkiemern finden sich in der Mantelhöhle an der inneren Seite des Mantels ein Paar Kiemen, eine zu jeder Seite des Enddarms; sie sind federförmig, bestehen aus je einem Stamm mit zwei Reihen von Blättern. Bei den meisten Vorderkiemern und bei den schalentragenden Hinterkiemern ist jedoch nur die eine dieser Kiemen (die linke) vorhanden, und diese trägt gewöhnlich nur eine Blätterreihe (Fig. 405). Der Eingang zur Mantelhöhle ist ein breiter Schlitz unten an der Vorderseite des Eingeweidesackes, der muskulöse Mantelrand legt sich aber in seiner größten Ausdehnung dicht an den Eingeweidesack. Links

hebt sich indessen der Mantelrand ein wenig von dem Eingeweidesack ab und hier tritt das Wasser in die Kiemenhöhle hinein, von den Wimperhaaren der Kieme bewegt: das Atemloch. Bei manchen ist der betreffende Teil des Mantelrandes in einen kürzeren oder längeren Halbkanal, die Atemröhre (Sipho), ausgezogen, deren Ränder sich aneinander legen; wenn eine Atemröhre vorhanden ist, hat die Mündung der Schale einen entsprechenden Ausschnitt oder ist zu einem Halbkanal verlängert (Fig. 406 *k*), durch den die Atemröhre hervorgestreckt wird. Das Wasser tritt wieder rechts — wo auch der After liegt und die Fäces austreten — aus der Mantelhöhle heraus. — Bei einer geringeren Anzahl von Schnecken, schalenlosen Hinterkiemern, die keine Kiemenhöhle besitzen, sind verschieden gestaltete, als Kiemen fungierende Hautauswüchse frei auf der Rückenseite angebracht, bei einigen um den After herum, bei anderen an den Seiten etc. — Bei den Pulmonaten und einigen Vorderkiemern, die auf dem Lande leben, fehlen Kiemen, die Innenseite des Mantels ist aber mit einem Netz von feinen Gefäßen ausgestattet, und die Mantelhöhle wird, indem sie mit Luft gefüllt wird, zu einer Lunge. Der Mantelrand ist bei den Lungenschnecken in seiner größten Ausdehnung mit dem Rumpf verwachsen, so daß die Oeffnung in die Mantelhöhle hinein sich auf ein Loch an der rechten Seite beschränkt. — Endlich gibt es eine Anzahl Schnecken, denen besondere Atmungsorgane ganz abgehen; dies ist bei nicht wenigen, besonders nackten, Hinterkiemern der Fall.



Fig. 406. Schale einer Schnecke mit einem Halbkanal (*k*) für die Atemröhre. — Orig.

Die Excretionsorgane. Bei denjenigen Schnecken, die zwei Vorhöfe besitzen, sind ein Paar Nieren vorhanden, die in die Mantelhöhle münden, eine zu jeder Seite des Enddarms. Sonst ist aber gewöhnlich nur die linke Niere übrig geblieben. Die Niere ist gewöhnlich sackförmig und an ihrer inneren Fläche stark gefaltet, bisweilen stark verästelt. Wenn zwei Nieren vorhanden sind, mündet der Ei- resp. der Samenleiter in die rechte Niere, so daß die rechte Nierenöffnung zugleich Geschlechtsöffnung ist.

Die Geschlechtsorgane (Fig. 407) verhalten sich bei den verschiedenen Gruppen recht verschieden; es ist ihnen jedoch gemeinsam, daß stets nur eine Geschlechtsdrüse und ein Ausführungsgang vorhanden ist und daß die Geschlechtsöffnung fast immer auf der rechten Seite sich befindet, in der Regel in der Mantelhöhle, wenn eine solche vorhanden ist. Die Vorderkiemer, die fast immer getrennten Geschlechts sind, bieten die einfachsten Verhältnisse dar. Bei diesen sind der Eierstock und der Hoden äußerlich wesentlich übereinstimmend. Der Eileiter (*A*) ist eine gewundene Röhre, von der ein Abschnitt verdickt ist (in dessen Wand wird das Eiweiß abgesondert, in welchem die Eier schwimmen, vergl. unten); er öffnet sich in die Mantelhöhle. Der Samenleiter mündet bei den meisten Vorderkiemern (*B*) an derselben Stelle wie der Eileiter, und von der Geschlechtsöffnung geht dann eine Rinne an der Oberfläche des Körpers nach dem Penis[1])

1) Bei denjenigen Schnecken, deren Samenleiter in die Niere mündet, ist kein Begattungsorgan vorhanden.

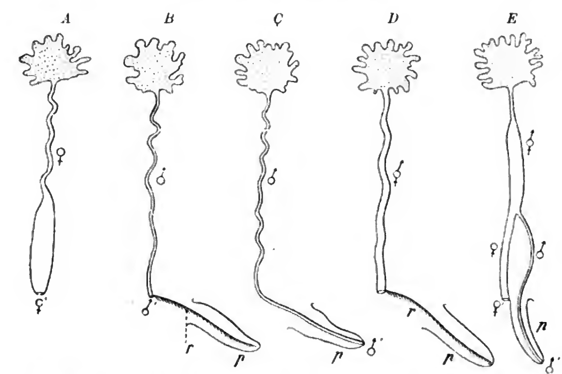


Fig. 407. Geschlechtsorgane verschiedener Schnecken in schematischer Darstellung. Geschlechtsdrüse überall punktiert. *A—C* Vorderkiemer, *A* weiblich, *B* und *C* männlich. *D* Hinterkiemer. *E* Hinterkiemer und Pulmonaten. ♀ Eileiter, ♀' weibliche Geschlechtsöffnung, ♂ Samenleiter, ♂' männliche Geschlechtsöffnung, ⚥ Zwittergang, *p* Penis, *r* Samenrinne. — Orig.

hin, der an der rechten Seite am Kopfe angebracht ist; die Rinne setzt sich am Begattungsorgan bis an dessen Spitze hin fort. Bei anderen Vorderkiemern (*C*) ist die genannte Rinne zu einem geschlossenen Kanal geworden, und der Samenleiter öffnet sich dann erst an der Spitze des Penis, der nicht zurückgestülpt werden kann. Anhangsdrüsen der Geschlechtsorgane fehlen in der Regel bei den Vorderkiemern. Die Hinterkiemer und Pulmonaten sind Zwitter, und Eier und Samen werden in einem und demselben Organ, der Zwitterdrüse, gebildet. Der Ausführungsgang dieser ist bei einigen Hinterkiemern (*D*) für Eier und Samen gemeinsam, und es ist dann auch eine gemeinsame äußere Geschlechtsöffnung vorhanden; von dieser geht eine Rinne an der Haut bis an die Spitze des Begattungsorgans. Bei den meisten Hinterkiemern und bei den Pulmonaten (*E*) ist der Ausführungsgang nur teilweise gemeinsam, spaltet sich aber in einigem Abstand von der Zwitterdrüse in zwei Kanäle, einen Eileiter und einen Samenleiter, die meistens dicht nebeneinander ausmünden, der Samenleiter an der Spitze eines Penis, der also hier immer mit einem wirklichen Kanal, nie mit einer bloßen Rinne ausgestattet ist. Der Penis kann bei allen Pulmonaten und Hinterkiemern in das Tier zurückgestülpt werden. Der Geschlechtsapparat besitzt bei diesen Gruppen, besonders aber bei den Pulmonaten, zahlreiche Nebenorgane: Eiweißdrüsen (die das die Eier umgebende Eiweiß erzeugen), Schleimdrüsen (die während der Paarung Schleim absondern), Samentasche etc.[1]). Die Begattung ist bei

1) Bei einigen Landpulmonaten (z. B. bei den gewöhnlichen *Helix*-Arten) findet sich ein sogenannter Pfeilsack, eine Ausstülpung des Eileiters dicht an der äußeren

manchen hermaphroditischen Schnecken wechselseitig[1]); bei anderen fungiert das eine Individuum als Weibchen, das andere als Männchen.

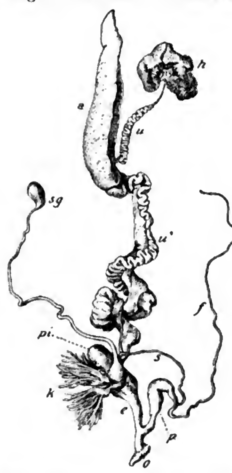


Fig. 408. Geschlechtsorgane einer Lungenschnecke (*Helix pomatia*). *a* Eiweißdrüse, *e* Eileiter, *f* Flagellum (vergl. Anm. 1), *h* Zwitterdrüse, *k* Schleimdrüsen, *o* Geschlechtsöffnung an der Haut, *p* zurückgestülpter Penis, *pi* Pfeilsack (vergl. Anm. 1, S. 411), *sg* Samentasche, *u* Zwittergang, *u'* verdickter Teil desselben, innerlich mit einer Rinne, in welcher der Samen herabläuft. — Orig.

Die auf dem Lande lebenden Pulmonaten legen ihre Eier in die Erde ab; jedes Ei ist von einer großen Eiweißmasse umgeben, die wieder von einer mehr oder weniger verkalkten, runden oder ovalen Schale umschlossen ist; letztere ist häufig derjenigen eines Vogeleies sehr ähnlich. Bei den Süßwasser-Pulmonaten ist ebenfalls jedes Ei von einer Eiweißmasse und einer allerdings sehr dünnen, durchsichtigen äußeren Hülle umgeben; zahlreiche in dieser Weise ausgestattete Eier liegen aber in einem gemeinsamen Gallertklumpen (an Pflanzen etc. angeklebt). Aehnlich wie letztere verhalten sich auch die Hinterkiemer und einige Vorderkiemer. Bei den meisten Vorderkiemern (z. B. *Buccinum*) liegen dagegen mehrere Eier ohne gesonderte Umhüllung in einer gemeinsamen Eiweißmasse, die von einer lederartigen Eikapsel[2]) umgeben ist; die Kapseln, die in der Regel gruppenweise, zusammengeklebt, liegen, haben sehr verschiedene, oft seltsame Formen. — Einzelne Schnecken aus den Gruppen der Vorderkiemer und Pulmonaten gebären lebendige Junge: die Eier entwickeln sich im Eileiter.

Die Eier sind bei den Schnecken immer klein, und es findet eine totale Furchung statt. Bei den Vorder- und Hinterkiemern durchläuft das Junge eine Metamorphose; wenn es aus dem Ei kommt, besitzt es in der Regel ein wohlentwickeltes Schwimmsegel, mittels dessen es sich im Wasser umherbewegt; der Fuß ist dagegen zunächst nur schwach entwickelt. — Den Jungen der Pulmonaten geht ein Segel ab, und sie machen überhaupt keine solche Verwandlung durch wie die anderen.

Bei denjenigen Vorderkiemern, die Eierkapseln mit vielen Eiern ablegen, gelangen in jeder Kapsel oft nur wenige oder gar nur ein einziges

Geschlechtsöffnung, in dem ein Kalkkörper etwa von der Form eines Pfeiles, der „Liebespfeil“, abgesondert wird; der Pfeil, der während der Begattung hervorgeschossen wird, wird als ein Reizwerkzeug aufgefaßt.

1) Bei den Landlungenschnecken wird der Samen in einer langen fadenförmigen Spermatophore abgegeben; letztere besteht aus erhärtetem Schleim, der in einem mit dem Penis verbundenen fadenförmigen Anhang (Flagellum) gebildet wird.

2) Es ist für einige Vorderkiemer nachgewiesen, daß diese Kapsel in der sog. Fußdrüse gebildet wird, einer auf der Unterseite des Fußes mündenden Höhlung mit drüsigen Wandungen. Bei einigen Formen, die Kapseln produzieren, fehlt aber die Fußdrüse, und in welcher Weise die Kapseln bei solchen gebildet werden, ist unsicher.

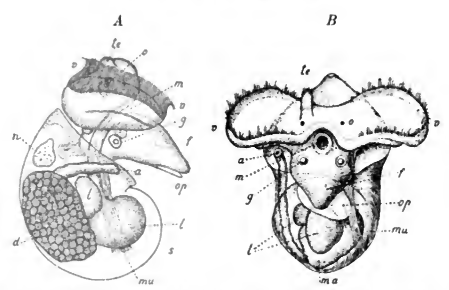


Fig. 409. Junge (*A*) und etwas ältere (*B*) Larve eines Vorderkiemers (*Nassa reticulata*), von der rechten Seite (*A*) und von der Ventralseite (*B*). *a* After, *d* große Entodermzelle mit Dotter, hängt mit dem Magen zusammen und verdeckt denselben in *A* (in *B* ist *d* resorbiert). *f* Fuß, *g* Gehörblase, *l* Leber, *m* Mund, *ma* Magen, *mu* Schalenmuskel, *n* Niere, *o* Auge, *op* Deckel, *s* Schale, *te* Tentakel, *v* Segel. — Nach Pelseneer.

Ei zur Entwicklung, und die nicht entwickelten Eier werden von den im Eiweiß umherschwimmenden Jungen verschluckt. Manchmal durchlaufen die Jungen solcher Formen die Metamorphose innerhalb der Eierkapsel und verlassen letztere erst, wenn der Segel verschwunden, der Fuß ausgebildet und die Körpergröße recht ansehnlich geworden ist (*Buccinum* u. a.).

Die Schnecken sind größtenteils kriechende Tiere, die mittels wellenförmiger Kontraktionen ihrer Fußscheibe über die Unterlage hingleiten; nicht wenige (z. B. Süßwasserschnecken) haben das Vermögen, mit der Fußfläche in der Wasseroberfläche und den Eingeweidesack nach unten gerichtet, sozusagen an der Oberfläche des Wassers zu hängen und sich ebendaselbst langsam fortzubewegen. Mehrere kleinere Abteilungen der Meeresschnecken zeichnen sich dadurch aus, daß sie mittels des umgebildeten Fußes oder besonderer Werkzeuge wirkliche Schwimmbewegungen ausführen können. Die Hauptmasse der Schnecken (die Hinterkiemer und die überwiegende Mehrzahl der Vorderkiemer) leben im Meere, nicht wenige im Süßwasser (einige Vorderkiemer, ein Teil der Pulmonaten) manche (die Mehrzahl der Pulmonaten, einige Vorderkiemer) auf dem Lande.

Die folgende Tabelle gibt eine Uebersicht über die wichtigsten Charaktere der drei Ordnungen der Schnecken.

Vorderkiemer.	Hinterkiemer.	Pulmonaten.
Getrennten Geschlechts.	Zwitter.	Zwitter.
Visceralcommissur achterförmig: **8**.	Visceralcommissur einfach: **U**.	Visceralcommissur einfach: **U**.
Der Vorhof vor der Herzkammer.	Der Vorhof in der Regel hinter der Herzkammer.	Der Vorhof vor der Herzkammer.
Atmen (in der Regel) durch eine Kieme.	Atmen durch Kiemen.	Atmen durch eine Lunge.
Penis nicht einstülpbar.	Penis einstülpbar.	Penis einstülpbar.
Metamorphose.	Metamorphose.	Keine Metamorphose.

1. Ordnung. **Prosobranchiata, Vorderkiemer.**

Zu dieser Abteilung, deren wesentliche Charaktere aus dem Vorhergehenden erhellen, gehört die Mehrzahl der schalentragenden Meeresschnecken, ferner einige Süßwasserschnecken und einige lungenatmende Landschnecken. So gut wie alle Vorderkiemer besitzen eine Schale, meistens eine wohlentwickelte Spiralschale mit oder ohne Ausschnitt oder Kanal, seltener eine mützenförmige Schale etc. Meistens ist ein Deckel vorhanden. In der Regel findet sich in der Mantelhöhle nur eine Kieme. Einige sind Pflanzenfresser, andere ernähren sich von lebenden oder toten Tieren.

1. Im Meere ist diese Abteilung durch zahllose Formen vertreten; besonders in den Tropen leben viele große und schöne Arten. In den kälteren Meeren findet man ebenfalls zahlreiche Vorderkiemer, meistens aber kleinere und unscheinbarere Formen. Von den in der Nordsee (z. T. auch in der Ostsee) lebenden führen wir an: die Strandschnecken (*Littorina*), kleine, dickschalige Schnecken ohne Ausschnitt, die an Steinen etc. dicht am Ufer in großer Anzahl gefunden werden; das Wellhorn (*Buccinum undatum*), eine große Schnecke mit kurzem Kanal, lebt auf etwas tieferem Wasser, wird vielfach als Köder verwendet; der Pelikansfuß (*Aporrhais pes-pelicani*), dessen Schalenmündung in mehrere zehenartige Fortsätze ausgezogen ist; die Napfschnecken (*Patella*), mit napfförmiger Schale, sitzen lange Zeit unbeweglich an einer Stelle.

2. Im Süßwasser leben in Deutschland unter andern folgende: Die Sumpfschnecke (*Paludina vivipara*), ziemlich groß (bis 4 cm hoch), mit kegelförmiger Schale (Fig. 398), gebiert lebendige Junge, die bei der Geburt ungefähr erbsengroß und den Erwachsenen ähnlich sind; die Eier sind jedes in eine Kapsel eingeschlossen, die eine reichliche Eiweißmasse enthält und in dem stark erweiterten Eileiter der Mutter liegen bleibt; innerhalb der Kapsel wird die Metamorphose durchlaufen. Gemeiner sind die kleineren Arten der verwandten, aber eierlegenden Gattung *Bithynia*. Einer anderen, auch im Meere vertretenen Familie gehören die kleinen mit halbkugeliger Schale versehenen *Neritina*-Arten an; der Innenrand der Mündung abgeplattet.

3. Auf dem Lande lebt in Deutschland u. a. die Kreismundschnecke (*Cyclostoma elegans*), die durch eine Lunge atmet, von den echten Pulmonaten aber durch Vorhandensein eines Deckels auf den ersten Blick leicht zu unterscheiden ist.

Eine eigentümliche, auf das pelagische Leben eingerichtete Gruppe der Vorderkiemer sind die **Heteropoden**, Kielfüßler. Es sind wasserklare großäugige Tiere mit einem großen zusammengedrückten Fuß, mittels dessen sie sich im Wasser fortbewegen; der Fuß stellt eine senkrechte muskulöse Platte mit scharfem unteren Rande dar, die höchstens an einer begrenzten Stelle die gewöhnliche Gestalt des Schneckenfußes in der Form eines am Rande sitzenden Saugnapfes bewahrt hat (der Saugnapf kann aber auch fehlen). Der Eingeweidesack ist bei einigen (Fig. 410 *A*) wohlentwickelt und in eine zusammengedrückte, scheibenförmige Spiralschale eingeschlossen; der Unterkörper trägt bei diesen einen Deckel und kann in die Schale vollständig zurückgezogen werden. Bei anderen (Fig. 410 *B*) ist der Eingeweidesack klein und nur mit einer mützenförmigen Schale versehen, während der Unterkörper verhältnismäßig kolossal, deckellos ist und natürlich nicht in die Schale zurückgezogen

werden kann; endlich gibt es einige (Fig. 410 *C*), die einen noch kleineren Eingeweidesack und gar keine Schale besitzen. Als Larven sind alle schalen- und deckeltragend. — Die Heteropoden sind lebhafte Raubtiere, die mit der Bauchseite nach oben (also umgekehrt wie in den Figuren abgebildet) umherschwimmen; sie kommen in allen wärmeren Meeren, verschiedene Formen z. B. im Mittelmeer, vor.

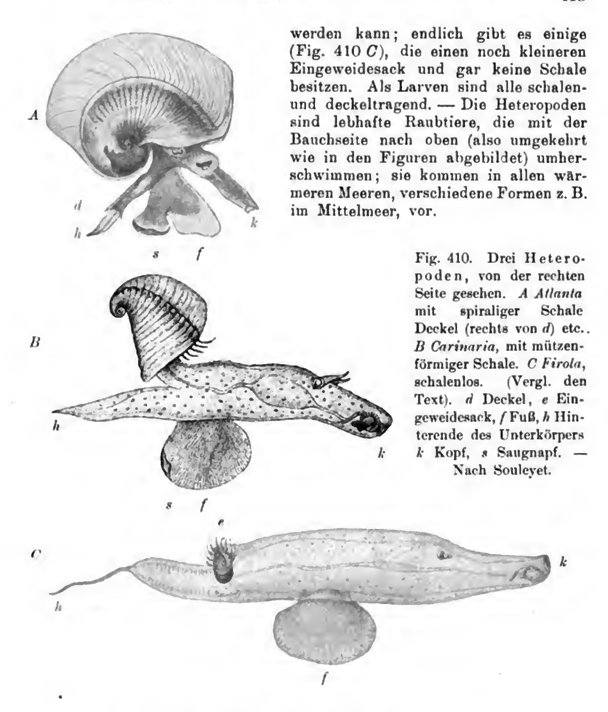


Fig. 410. Drei Heteropoden, von der rechten Seite gesehen. *A Atlanta* mit spiraliger Schale Deckel (rechts von *d*) etc.. *B Carinaria*, mit mützenförmiger Schale. *C Firola*, schalenlos. (Vergl. den Text). *d* Deckel, *e* Eingeweidesack, *f* Fuß, *h* Hinterende des Unterkörpers *k* Kopf, *s* Saugnapf. — Nach Souleyet.

2. Ordnung. **Opisthobranchiata, Hinterkiemer.**

Einige Hinterkiemer sind mit einem Eingeweidesack, einer (gewöhnlich spiralig gewundenen) Schale, einer Mantelhöhle und einer in letzterer angebrachten Kieme, vereinzelt auch mit einem Deckel ausgestattet, ebenso wie die Vorderkiemer; manchmal ist aber die Schale mehr oder weniger rückgebildet, und den meisten Hinterkiemern (nackte H., *Nudibranchiata*) geht eine Schale, und damit auch der Eingeweidesack und die Mantelhöhle, völlig ab, und die Eingeweide sind in den Unterkörper hinabgesenkt; an der rechten Seite oberhalb des Fußes findet man die Nieren- und die Geschlechtsöffnung, oft auch den After. Bei der Mehrzahl der Nudibranchien fehlt auch die gewöhnliche Kieme, die dann aber meistens durch besondere, verschieden gestaltete Hautauswüchse ersetzt ist, die als Kiemen fungieren. Von besonderem Interesse ist es, daß die Larven der Nudibranchien

(Fig. 411) mit Schale und Deckel versehen sind; beide werden später abgeworfen. — Alle Hinterkiemer, von denen die nackten meistens in prachtvollen Farben prangen, leben im Meere, sowohl in den kälteren als in den wärmeren Zonen der Erde.

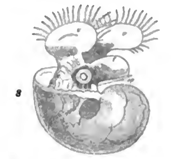


Fig. 411. Larve eines Hinterkiemers. *f* Fuß, *op* Deckel, *s* Schale, *v* Segel. Das augenähnliche Organ ist das durchschimmernde Gehörorgan.

1. Von gehäusetragenden Hinterkiemern führen wir an: *Bulla* (Blasenschnecke) mit bauchiger Schale, deren Spitze in eine nabelähnliche Vertiefung eingesenkt ist (in den wärmeren Meeren gemein, verwandte Gattungen in den nördlichen Meeren). Bei einigen mit Bulla verwandten Formen ist die Schale von Hautfalten umgeben, welche die Schalenoberfläche bis auf eine begrenzte Stelle überdecken (*Aplysia*, Seehase, Mittelmeer etc.) oder gar miteinander verwachsen und die dann immer dünne Schale völlig einschließen können (innere Schale).

2. Unter den nackten Hinterkiemern sind die Doriden dadurch ausgezeichnet, daß der After sich hinten auf dem Rücken in der Mittellinie befindet und von einem Kreis gefiederter Kiemen umgeben ist. Die Aeoliden haben unverästelte Kiemen auf der Rückenseite; in jede Kieme erstreckt sich ein Ast der Leber, welche reich verästelt und vom Darmkanal nicht scharf gesondert ist. Manche Nudibranchien sind kiemenlos (z. B. *Elysia*, *Limapontia*) und haben oft eine weitgehende oberflächliche Aehnlichkeit mit Plattwürmern. Alle genannten Formen sind auch in den nördlichen Meeren vertreten.

Zu den Hinterkiemern gehören zwei abweichende Gruppen pelagischer Tiere, die gewöhnlich, aber nicht ganz richtig, unter dem Namen Ruderschnecken, *Pteropoda*, zusammengefaßt werden. Die eine dieser Abteilungen, die **beschalten Pteropoden** (*Eupteropoda*), zeichnen sich unter anderem dadurch aus, daß der vordere, sehr breite und muskulöse Teil des Fußes ein Paar flossenartige Bewegungswerkzeuge bildet; der hintere Teil des Fußes (*f'*, Fig. 412) ist an seiner Unterseite mit dichtgestellten langen Wimperhaaren besetzt, welche mikroskopische Organismen, die in ihre Nähe kommen, dem Munde zutreiben; letzterer liegt vorn zwischen den Flossen und ist von einem Paar Lippenfalten umgeben, die sich vor dem Munde miteinander vereinigen und so verhindern, daß die von dem Wimperstrom ergriffenen Tierchen entwischen. Der Eingeweidesack, der nach unten hängt, ist wohlentwickelt und in eine Schale eingeschlossen, die bei einigen spiralig gewunden ist (es ist dann meistens auch ein Deckel vorhanden), bei der Mehrzahl aber gerade oder schwach gekrümmt, symmetrisch ist. Die Eupteropoden gehören zu den häufigsten und charakteristischsten pelagischen Tierformen; sie sind blind und werden besonders abends an der Oberfläche des Meeres getroffen; sowohl in kälteren als in den warmen Meeren. — Die **nackten Pteropoden**

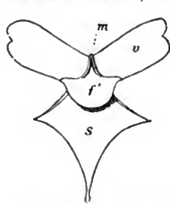


Fig. 412. Ein beschalter Pteropode (*Cleodora*). *f'* hinterer Teil des Fußes, *m* Mund, *s* Schale, *v* Flosse. — Orig.

(*Pterota*) sind schalenlos und besitzen einen kleinen, oft fast rudimentären Fuß; sie bewegen sich mittels zweier besonderer, flossenartiger, muskulöser Anhänge, die vorn dicht beim Fuße sitzen, aber nicht einen Teil des letzteren darstellen. Aus der Mundhöhle können bei diesen Tieren (Fig. 414 *B*) verschiedene Fangwerkzeuge, „Arme" mit Saugnäpfen etc., hervorgestreckt werden; die Pteroten sind nämlich gefräßige Räuber, die besonders den wehrlosen Eupteropoden nachstellen, deren Verbreitung mit der ihrigen zusammenfällt. Eine bekannte Art dieser Gruppe ist die an den Küsten Grönlands häufige, bis 4 cm lange *Clione limacina*, die sich von einem mit Spiralschale versehenen Eupteropoden, *Limacina helicina*, ernährt.

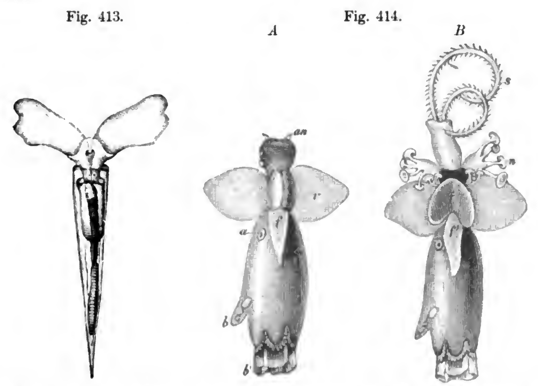


Fig. 413. Ein beschalter Pteropode (*Cleodora*) mit einfach röhrenförmiger Schale. — Nach Souleyet.

Fig. 414. Ein nackter Pteropode (*Pneumodermon*). In *B* sind die Arme mit den Saugnäpfen *n* und zwei ausstülpbaren Hakensäckchen *s* hervorgestreckt; in *A* ist dies alles zurückgezogen. *a* After, *an* Fühler, *b* und *b'* Kiemen, *f*—*f'* Fuß, *v* Flosse. — Nach Souleyet.

3. Ordnung. **Pulmonata, Lungenschnecken.**

Von den Pulmonaten sind ebenso wie von den Hinterkiemern einige Formen (die Mehrzahl) schalentragend und besitzen einen wohlentwickelten Eingeweidesack, während andere nackt sind und keinen Eingeweidesack haben (die Eingeweide sind in den Unterkörper aufgenommen, Fig. 415, 2). Es besteht aber darin ein Unterschied zwischen ihnen und den Hinterkiemern, daß, selbst wenn Schale und Eingeweidesack fehlen, dennoch die Mantelhöhle stets als eine taschenartige, von einem schildförmigen Mantel überdeckte Höhle an der Oberseite des Tieres vorhanden ist; bezüglich der Lunge verweisen wir auf das S. 410 Mitgeteilte. Die Schale ist immer ohne Ausschnitt, und ein Deckel fehlt. Zwischen den schalentragenden und den nackten Pulmonaten gibt es vollständige Reihen von Uebergängen:

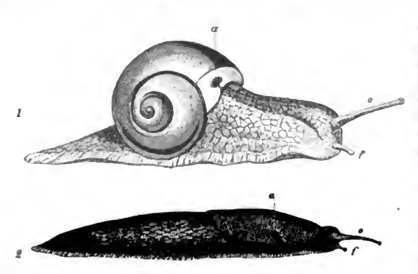


Fig. 415. *1.* Schalentragende Land-Pulmonate (Schale entfernt). *2.* Nackte Pulmonate. *a* Oeffnung der Mantelhöhle, *f* Fühler, *o* Augenstiel.

wir finden Formen mit wohlentwickelter Schale, deren Rauminhalt jedoch so begrenzt ist, daß das Tier nur wenn die Luft nicht sehr feucht ist, sich völlig in die Schale zurückziehen kann (wenn die Luft sehr feucht ist, ist der Weichkörper voluminöser als bei trockener Luft); wir treffen andere, die eine regelmäßig ausgebildete Schale besitzen, die aber so klein ist, daß sie nur den kleinen Eingeweidesack bedeckt, während der übrige Teil niemals in sie zurückgezogen werden kann; oder der Eingeweidesack ist eigentlich ganz verschwunden, und die kleine plattenförmige Schale bedeckt nur noch den Mantel; oder die Schale ist eine kleine dünne Platte, die in die Mantelhaut eingeschlossen ist[1]), oder sie ist sogar nur durch lose Kalkkörner repräsentiert, die ebenfalls im Mantel versteckt liegen (letzteres ist z. B. bei *Arion* der Fall), oder sie fehlt völlig. — Die Pulmonaten leben auf dem Lande und im Süßwasser und ernähren sich hauptsächlich von pflanzlichen Stoffen. Sie sind, wie vorhin erwähnt, Luftatmer; bei den Süßwasserpulmonaten ist aber in ihrer frühesten Jugend allgemein die Lungenhöhle mit Wasser gefüllt, und unter besonderen Verhältnissen, nämlich wenn sie auf dem Boden tiefer Seen leben, bleibt dieser Zustand lebenslänglich bestehen; in solchen Fällen scheinen die Tiere ihrem Respirationsbedürfnis einfach durch Hautatmung zu genügen.

1. Die Land-Pulmonaten (*Stylommatophora*) zeichnen sich dadurch aus, daß die Augen an der Spitze je eines Stieles sitzen, der den Tentakeln ganz ähnlich ist und ebenso wie diese in den Kopf zurückgestülpt werden kann. Hierzu gehören sowohl gehäusetragende als nackte Formen. Von den ersteren nennen wir die Gattung *Helix*, zu der die kleineren Gartenschnecken (z. B. *H. hortensis*, Fig. 87, S. 105) und die große Weinbergschnecke (*Helix pomatia*) gehören; unter den letzteren die große Wegschnecke (*Arion empiricorum*) und die schädliche, graue Ackerschnecke (*Limax agrestis*).

2. Die Süßwasser-Pulmonaten (*Basommatophora*) haben ungestielte, an der Basis der Fühler sitzende Augen; die Fühler können nicht eingestülpt werden. Hierzu gehören die zahlreichen Arten der Schlammschnecken (*Limnaeus*) mit spitzer Schale und die Tellerschnecken

1) Bei einer einzelnen Form (*Parmacella*) findet sich bei dem jungen Tiere eine kleine äußere Schale, die später von Falten der Mantelhaut überdeckt und eingeschlossen wird, so daß ältere Tiere eine „innere" Schale haben. Wenn wir bei anderen Formen auch schon bei den Jungen eine „innere" Schale finden, so beruht es auf ähnlichen Vorgängen im Embryonalzustande: der Sack, in dem die Schale liegt, ist eine eingestülpte Hautpartie.

(*Planorbis*) mit scheibenförmiger Schale; beide Gattungen sind überall im Süßwasser gemein, durch größere und kleinere Arten vertreten; gewisse Schlammschnecken führen eine amphibische Lebensweise (kommen sowohl auf dem Lande als im Wasser vor).

3. Klasse. **Acephala** oder **Lamellibranchiata, Muscheltiere.**

Der Körper der Muscheltiere ist im allgemeinen im Gegensatz zu dem der Schnecken fast vollkommen symmetrisch (wenn man von den Windungen des Darmkanals absieht): der After liegt am Hinterende, die Geschlechts- und Nierenöffnungen sind symmetrisch angeordnet etc. Zur allgemeinen Orientierung kann Folgendes dienen: Der eigentliche Rumpf ist im Vergleich mit dem ganzen Umfang des Tieres ziemlich klein; die Mantelfalte ist an jeder Seite des Tieres in Form eines großen, vorhangartig herabhängenden Blattes entwickelt. Vom Rumpf entspringt dicht unterhalb der Ursprungsstelle des Mantelblattes an jeder Seite eine gewöhnlich sehr große Kieme, die nach innen von dem Mantelblatte herabhängt; an der Unterseite des Tieres befindet sich der gewöhnlich kielförmige Fuß; vorn an der Mundöffnung sitzen zwei Paar große Mundlappen. Ein gesonderter Kopf fehlt. Das ganze Tier ist von einer in der Regel symmetrischen, zusammengedrückten, zweiklappigen Schale umgeben.

Der Fuß ist gewöhnlich nicht sehr deutlich vom Rumpf gesondert; häufig ist er nur ein zusammengedrückter Längskiel an der Unterseite des Tieres; bisweilen ist er länger, hervorstehender (zuweilen knieförmig gebogen); selten ist er zungenförmig (Miesmuschel); bei einigen besitzt er — ähnlich wie bei den Chitonen und Schnecken — eine sohlenartige Fläche an der Unterseite. Der Fuß ist das wichtigste Bewegungswerkzeug der Muscheltiere, das aus der Schale hervortritt indem es vom Rumpf aus mit Blut gefüllt wird; wird das Tier beunruhigt, so zieht es den Fuß mittels einiger von der Innenseite der Schale entspringender Muskeln zurück. — Bei wenigen Muscheltieren (z. B. der Auster) fehlt der Fuß völlig, bei anderen ist er rudimentär oder sehr klein.

Die Kiemen der Muscheltiere haben in einigen Fällen die gewöhnliche Federform: ein Stamm, mit dem sie dem Körper angeheftet sind, trägt zwei Reihen kurzer Blätter, eine innere und eine äußere; die Spitzen der Blättchen sind seitlich gerichtet (Fig. 416, 1). In der Regel sind aber diese Blättchen zu langen herunterhängenden Fäden geworden (3). Diese sind derartig geknickt, daß die distale Hälfte eines jeden aufgebogen und neben der proximalen Hälfte gelegen ist; beide (die distale und proximale Hälfte) sind durch eine feine Membran verbunden, die entweder nur unten vorhanden ist (3) oder sich weit nach oben erstreckt (4). Die Fäden jeder Reihe sind miteinander stellenweise entweder verklebt oder verwachsen, so daß die Fäden zusammen eine durchlöcherte Platte bilden. Jede Kieme stellt somit bei der Mehrzahl der Muscheltiere zwei solche zusammengebogene Platten dar, die an der Basis (oben) zusammenhängen. Manchmal ist der aufgebogene Rand (das Ende der Fäden) oben in seiner ganzen Ausdehnung oder nur teilweise festgewachsen (5). — Die Kiemen besitzen an ihrer Oberfläche ein dichtes Wimperkleid, welches das Wasser in die Mantelhöhle hinein und durch die Spalten der Kiemen hindurch bewegt;

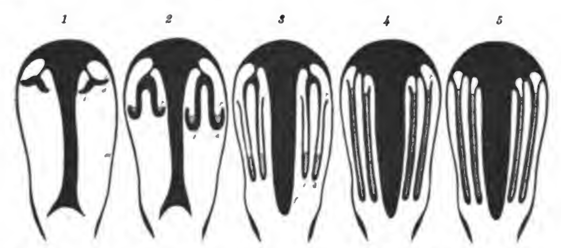


Fig. 416. Querschnitte des Weichkörpers verschiedener Muscheltiere, um das verschiedene Verhalten der Kiemen zu erläutern. *2* hypothetisches Zwischenstadium zwischen *1* und *3*. *a* äußere, *i* innere Reihe von Blättchen resp. Fäden, *r* Ende derselben, *f* Fuß, *m* Mantel. Vergl. den Text. — Zum Teil nach Pelseneer, zum Teil Orig.

Fremdkörperchen, die im Wasser sich befinden, gehen nicht mit durch die Spalten (welche durch Membranellen[1])-Reihen gesperrt sind), sondern werden von den Wimperhaaren über die Oberfläche der Kieme nach den unten (S. 425) erwähnten Mundlappen hin bewegt.

Bei einigen Muscheltieren (Fig. 417 *A*) setzen die Kiemen sich hinter dem Fuße in je einen freien Zipfel fort. Bei anderen sind die Zipfel an ihrer hinteren Spitze mit dem hinteren Teil des Mantels verwachsen (Miesmuschel). Wieder bei anderen (Fig. 417 *B*) verwachsen die rechte und die linke Kieme hinter dem Fuße an dem aufgebogenen Rande ihrer inneren Platte miteinander, und der aufgebogene Rand der äußeren Platte mit dem Mantel; in diesem Falle wird in der hinteren Partie der Mantelhöhle ein von der übrigen Höhle abgetrennter oberer Abschnitt (oberhalb der Kiemen) gebildet (*h*), der sich in die Cloakenöffnung fortsetzt (vergl. unten).

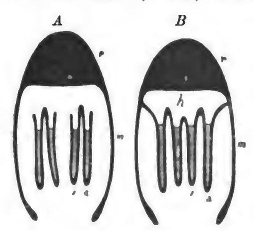


Fig. 417. Querschnitt durch den hinteren Teil zweier Muscheltiere nach Wegnahme der Schale, um das Verhalten der freien hinteren Zipfel der Kiemen zu erläutern. *a* äußere Kiemenplatte, *h* oberer Abschnitt der Mantelhöhle (vergl. den Text), *i* innere Kiemenplatte, *m* Mantel, *r* Rumpf. — Orig.

Der Mantel zerfällt bei den Muscheltieren in zwei symmetrische Hälften, ein rechtes und ein linkes Mantelblatt, das außerhalb der Kiemen liegt. Die Mantelblätter sind dünne Platten, die in ihrer bandförmigen Randpartie, dem Mantelsaum, jedoch etwas verdickt und mit Muskelfasern versehen sind, deren obere Enden an der sog. Mantellinie (vergl. unten) an der Innenseite der Schale festgeheftet sind und die gegen den Rand des Mantels verlaufen; durch ihre Verkürzung ziehen sie den Mantelsaum nach innen vom Schalenrand zurück. Längs des freien Randes des Mantels finden sich häufig Tastfäden. Die Ränder

1) Vergl. Anm. 2, S. 160.

der beiden Mantelblätter sind übrigens nur bei einer geringeren Anzahl von Muscheltieren (z. B. der Auster) voneinander vollständig frei; in der Regel sind sie teilweise verwachsen, so daß die große Spalte zwischen ihnen in zwei oder mehrere Abschnitte geteilt ist. In den einfachsten Fällen (z. B. bei der Miesmuschel) ist nur der allerhinterste Teil von der übrigen Spalte gesondert, indem die Mantelränder auf eine kurze Strecke miteinander verbunden sind; wir erhalten bei solchen Muscheltieren eine kleine hintere Oeffnung, die Cloakenöffnung, durch die das Wasser und die Exkremente aus der Mantelhöhle austreten, und eine sehr große, durch die das Wasser einströmt und der Fuß hervorgestreckt wird. Bei anderen (Fig. 418) wird die letzgenannte große Oeffnung in eine vordere, größere für den Fuß, und eine hintere, kleinere für das einströmende Wasser geteilt, indem die Mantelränder auf eine kleinere oder größere Strecke (*b*) miteinander verwachsen [1];) wir finden dann die ursprünglich einheitliche Spalte in drei Oeffnungen geteilt: hinten die Cloakenöffnung, unter dieser die Atemöffnung, durch die das Wasser einströmt, und vorn und unten die Fußöffnung, durch die der Fuß hervorgestreckt wird, letztere weit größer als die beiden anderen. Die Cloaken- und die Atemöffnung sind oft zu zwei Röhren, dem Cloaken- und dem Atemsipho, ausgezogen, die aus der Schale hervorgestreckt werden können und zuweilen eine ansehnliche Länge erreichen; meistens sind sie miteinander verbunden und erscheinen dann äußerlich als eine einzige (zuweilen am Ende gespaltene) Röhre, die aber innerlich durch eine wagrechte Scheidewand in zwei geteilt ist; seltener sind sie auch äußerlich getrennt. Bei Muscheltieren mit solchen Siphonen sind die Mantelränder oft in so großer Ausdehnung verwachsen, daß auch die Fußöffnung bedeutend verkleinert ist.

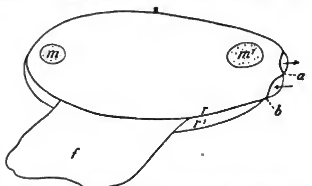


Fig. 418. Muscheltier, aus der Schale genommen, von der linken Seite gesehen. *a* und *b* Verwachsungsstellen der Mantelränder, *f* Fuß, *m* und *m*¹ Enden der Schließmuskeln, *r* linker, *r*¹ rechter Mantelrand.



Fig. 419. Muscheltier (*Cardium*) mit zwei kurzen Siphonen. *f* Fuß, *i* Atem-, *u* Cloakensipho. — Nach Meyer u. Möbius.

Die Schale liegt auf dem Rücken des Körpers und an der Außen-

1) Bei einigen Muscheltieren legen die Mantelränder sich nur an der entsprechenden Stelle dicht aneinander, ohne zu verwachsen.

seite des Mantels. Sie zerfällt in zwei Hälften, die oben durch eine biegsame Masse, einen eigenartig ausgebildeten kleinen Teil der Schale, das unten näher zu besprechende Band (Ligament), verbunden sind; die beiden Schalenhälften sind im allgemeinen wesentlich einander spiegelbildlich gleich. Sie sind mehr oder weniger gewölbt; oben findet sich in der Regel ein vorragender Buckel, der sogenannte Wirbel (der älteste Teil der Schale), der gewöhnlich dem Vorderende näher als dem Hinterende liegt. Der obere Rand jeder Schalenhälfte besitzt gewöhnlich zahn- oder leistenartige Vorsprünge, die zwischen ähnliche der anderen Hälfte eingreifen: Schloß (*Cardo*); bei nicht wenigen fehlt dasselbe übrigens oder ist nur wenig ausgebildet. Wenn die Schale geschlossen ist, passen gewöhnlich die Ränder beider Hälften überall eng aneinander, so daß die weichen Teile des Tieres von der Außenwelt ganz abgeschlossen sind; nicht selten klafft jedoch die Schale an einer oder mehreren Stellen, namentlich hinten bei denjenigen, die mit großen Siphonen versehen sind, vorn bei einigen, die mittels eines Byssus (S. 424) festgeheftet sind. Das Schließen der Schale wird durch die Schließmuskeln, gewöhnlich zwei, bewirkt, die quer durch das Tier gehen, der eine im vorderen, der andere im hinteren Teil des-

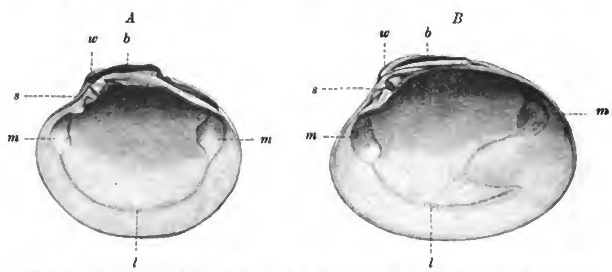


Fig. 420. Rechte Schalenhälfte zweier verschiedener Muscheln, von der Innenseite gesehen, *A* ohne, *B* mit Mantelbucht. *b* Band, *l* Mantellinie, *m* Schließmuskeleindrücke, *s* Schloß, *w* Wirbel. — Orig.

selben, und die der Innenseite der Schale angeheftet sind; seltener ist nur ein Schließmuskel, und zwar der hintere, vorhanden (z. B. bei der Auster). An der Stelle, wo ein Schließmuskel der Schale angeheftet war, bemerkt man an ihrer Innenseite einen scharf begrenzten Fleck, einen Muskeleindruck, an jeder Schalenhälfte also in der Regel zwei; außerdem findet man an der Innenseite der Schale häufig kleinere Eindrücke, die den Anheftungen der Fußmuskeln entsprechen, ferner die sog. Mantellinie, von der die Muskelfasern des Mantelsaumes ihren Ursprung nehmen; die Mantellinie läuft bei denjenigen Muscheltieren, die keine Siphonen besitzen, dem Rande der Schale parallel, in einigem Abstand davon; bei denjenigen, die Siphonen haben, beschreibt sie in der Regel hinten eine nach vorn gerichtete Bucht, die Mantelbucht (Fig. 420 *B*), längs welcher die Siphonen-Muskeln — die besonders entwickelte Teile der Muskulatur des Mantel-

saumes sind — entspringen; indem sie somit weiter vorn in der Schale entspringen, können die zusammengezogenen Siphonen meistens innerhalb dieser Platz finden. — An der Schale kann man gewöhnlich drei Schichten unterscheiden: eine äußerste hornähnliche, bei einigen (z. B. der Miesmuschel) sehr deutliche, bei anderen undeutlichere Schicht, und zwei der Hauptmasse nach aus kohlensaurem Kalk bestehende Schichten, von denen die innere zuweilen irisiert (Perlmutter).

Die biegsame Masse, welche die Schalenhälften verbindet, das sog. Band, besteht aus einer äußeren, biegsamen, aber unelastischen Schicht (einer Fortsetzung der äußeren Lage der Schale) und einer inneren, elastischen, aus radiären Fasern zusammengesetzten Masse. Bei manchen Muscheln (Fig. 421 *B—B'*) tritt das Band äußerlich mit einer großen Fläche, hoch gewölbt hervor und wird dann als äußeres Band bezeichnet; bei anderen (*A—A'*) ist es zwischen den oberen Rändern versteckt, bietet äußerlich nur eine schmale Fläche dar, während es nach innen gewölbt ist, und wird als inneres Band bezeichnet. In beiden Fällen ist seine Wirkung wesentlich dieselbe. Wenn eine mit innerem

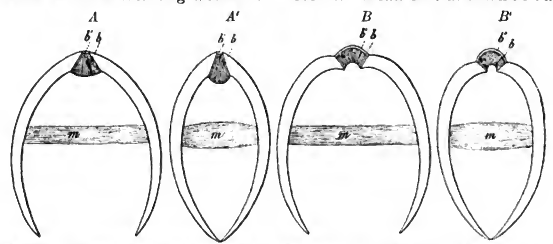


Fig. 421. Schematische Querschnitte von Muscheln mit innerem (*A*, *A'*) und mit äußerem Bande (*B*, *B'*). In *A* und *B* ist die Schale geöffnet, in *A'* und *B'* geschlossen dargestellt. *b* elastischer Teil des Bandes, *b'* äußerer, nicht elastischer Teil desselben; *m* Schließmuskel. — Orig.

Band versehene Schale durch Verkürzung der Schließmuskeln geschlossen wird, so wird die innere, elastische Masse des Bandes zusammengepreßt, und wenn die Muskeln wieder erschlaffen, so drängt sie die Schalenhälften wieder auseinander. Bei den Schalen mit äußerem Bande erfährt die elastische Masse des Bandes beim Schließen der Schale ebenfalls eine Zusammendrückung innerhalb der äußeren, unelastischen Schicht, und bei der Erschlaffung der Muskeln ist die Wirkung dieselbe wie bei den Schalen mit innerem Bande. Die Wirkung des Bandes ist eine rein mechanische und findet ebenso nach dem Tode des Tieres wie im Leben desselben statt. Es ist noch zu bemerken, daß seine Lage entweder gerade unterhalb der Wirbel oder, gewöhnlicher (Fig. 420), dahinter ist. Bei wenigen Muscheltieren (z. B. bei Teredo) fehlt das Band völlig, und die Schalenhälften sind ganz gesondert.

Die Schale nimmt dadurch an Umfang zu, daß die Epidermiszellen am Rande des Mantels neue Teilchen absondern, die dem Schalenrande angefügt werden; sie wächst an Dicke, indem von der äußeren Seite des Mantels und (für den oberen Teil der Schale) des Rumpfes auf die innere Fläche der Schale neue Schichten abgelagert werden.

Von dem gewöhnlichen Typus weichen einige Muscheln dadurch ab, daß sie sehr asymmetrisch sind; bei der Auster und einigen *Pecten*-Arten ist z. B. nur die eine Schalenhälfte gewölbt, die andere platt. Eine geringere Asymmetrie findet man bei manchen anderen, eine ganz geringfügige bei den meisten (die Schloßzähne der beiden Hälften greifen ja zwischen einander ein: an derjenigen Stelle, wo an der einen Schalenhälfte ein Zahn vorhanden ist, muß an der anderen Hälfte eine Vertiefung sein). Andere Muscheln sind dadurch ausgezeichnet, daß sie nur einen kleinen Teil des Körpers bedecken (Teredo u. a.). — Perlen sind Kalkablagerungen von der äußeren Seite des Mantels um Fremdkörper (bisweilen Schmarotzer) herum, die zwischen den Mantel und die Schale und schließlich in den ersteren hineingeraten sind; die Perlen sind entweder an der Innenseite der Schale festsitzend oder liegen frei; sie werden bei verschiedenen Muscheltieren, bei einigen aber besonders häufig gebildet. — Einige Muscheltiere von gestreckter Körperform und mit unvollkommenen Schalen bauen sich entweder eine Röhre aus kleinen, zusammengekitteten Fremdkörpern oder sondern (häufiger) eine Kalkröhre um sich herum ab, mit der die kleinen Schalenhälften dann zuweilen verbunden sind.

Was die Haut betrifft, so ist besonders die Bildung von Byssusfäden hervorzuheben, die man bei einem Teil der Muscheltiere findet. Die Byssusfäden sind hornartige Fasern, die in einer Höhlung und einer damit in Verbindung stehenden Rinne des Fußes von dort vorhandenen einzelligen Drüsen ausgeschieden werden. Diese Fäden dienen bei einigen (z. B. bei der Miesmuschel) dazu, das Tier an fremden Gegenständen festzuheften, indem das eine Ende mit dem Tiere in Verbindung bleibt, während das andere an dem Gegenstande festgeklebt wird. Andere verbinden mittels der Byssusfäden Steinchen u. dergl. zu einer Art Nest, in dem sie Aufenthalt nehmen.

Bei manchen Muscheltieren, die keinen Byssus bilden, ist trotzdem ein rudimentäres Byssusorgan vorhanden. Einige Formen erzeugen nur in der Jugend einen Byssus, während sie als Erwachsene diese Fähigkeit nicht mehr besitzen.

Bei den Muscheltieren ist das Pleuralganglion fast immer mit dem Gehirnganglion und der Nervenstrang zwischen Pleural- und Fußganglion mit demjenigen zwischen Gehirn- und Fußganglion verschmolzen, so daß scheinbar das Pleuralganglion und jener Strang fehlen (Fig. 389 *D*, S. 397). Bei einigen sind aber beide selbständig (der Strang allerdings nur teilweise, *C*), so daß wir hier Verhältnisse finden, die sich eng an diejenigen der Schnecken anschließen. — Nur bei wenigen Muscheltieren sind kleine Augen auf dem Kopfende des Körpers vorhanden (Miesmuschel u. a.), meistens fehlen Augen hier; die Mehrzahl der Muscheltiere sind sogar völlig augenlos, bei einigen sind jedoch Augen, oft sogar in großer Anzahl, am Mantelrande entlang, bei den mit Siphonen ausgestatteten an der Spitze dieser letzteren vorhanden. Beispielsweise führen wir an, daß bei den Kammuscheln (*Pecten*) längs des Mantelrandes eine Reihe ziemlich kompliziert gebauter Augen vorhanden ist. Otocysten sind allgemein vorhanden (vergl. S. 398). Ein Geruchsorgan, dem der Schnecken entsprechend, findet sich bei manchen Muscheltieren in der Nähe des Afters als ein besonders ausgebildeter, mit Nerven in Verbindung stehender Abschnitt der Epidermis.

Der Mund ist eine Querspalte am Vorderende des Tieres unterhalb des vorderen Schließmuskels. Er ist oben und unten von einer

Ober- resp. Unterlippe begrenzt, deren jede an beiden Seiten in einen in der Regel wohlentwickelten M u n d l a p p e n ausgezogen ist. Die Mundlappen, von denen also jederseits zwei vorhanden sind, sind an ihrer gegen einander gekehrten Seite quergerieft und reich bewimpert. Die Mundlappen nehmen die über die Oberfläche der Kiemen nach vorn getriebenen Fremdkörperchen, mikroskopische Pflanzen und Tiere etc., auf, und Wimperströmungen an ihrer Oberfläche bewegen sie gegen die Mundöffnung hin, wo sie sich ansammeln, um dann, wenn das Tier den Mund öffnet, herabgewürgt zu werden. Entsprechend dieser Art der Nahrungsaufnahme f e h l e n R a d u l a und Kiefer. Vom Munde führt eine kurze Speiseröhre in den M a g e n, der bei manchen Muscheltieren mit einem Blindsack ausgestattet ist; in letzterem ist der sog. K r y s t a l l s t i e l enthalten, ein gallertiger, durchsichtiger Körper, der vom Epithel des Blindsacks abgesondert wird und mit seinem Ende in den Magen

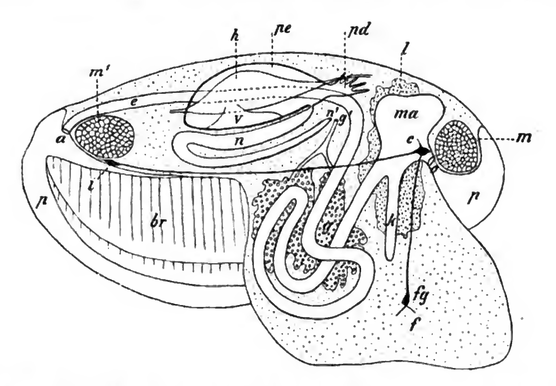


Fig. 422. S c h e m a t i s c h e r L ä n g s s c h n i t t eines Muscheltieres. *a* After, *br* Kieme, *c* Gehirn-Pleuralganglion, *e* Enddarm, *f* Fuß, *fg* Fußganglion, *g* Geschlechtsdrüse, *g'* Geschlechtsöffnung, *h* Herzkammer, *i* Visceralganglion, *k* den Krystallstiel beherbergende Ausstülpung des Magens, *l* Leber, *m* vorderer, *m'* hinterer Schließmuskel, *ma* Magen, *n* Niere, *n'* äußere Nierenöffnung, *o* Mund, *p* Mantel, *pd* Pericardialdrüse, *pc* Herzbeutel, *v* Vorhof. — Nach Rankin, geändert.

hineinragt, wo er aufgelöst wird; er enthält einen Stoff, der, ebenso wie gewisse Stoffe im Speichel der Säugetiere, Stärke in Zucker umwandelt [1]). In den Magen mündet mit mehreren Oeffnungen die wohlentwickelte, den Magen umgebende L e b e r. Der eigentliche Darm macht mehrere Windungen; sein hinterer Teil verläuft an der Rückenseite des Tieres entlang, zuletzt oberhalb des hinteren Schließmuskels und öffnet sich am Hinterende des Rumpfes. — Die H e r z k a m m e r hat ihren Sitz an der Rückenseite des Tieres oberhalb des Enddarmes;

1) Auch einzelne Schnecken haben einen Krystallstiel.

bei den meisten Muscheltieren teilt sie sich in zwei Aeste, die den Darm umfassen und sich unterhalb desselben vereinigen, so daß die Herzkammer ringförmig wird, „vom Darm durchbohrt" ist. Es finden sich zwei Vorhöfe, einer an jeder Seite, die das Blut von den Kiemen empfangen und in die Herzkammer führen. Das Gefäßsystem ist unvollständig; in den Kiemen findet sich jedoch ein reiches Capillarnetz. — Die paarigen Nieren (das „Bojanussche Organ") sind meist einfach schlauchförmig, bisweilen mit innerlich gefalteten Wänden, seltener sind sie reich verzweigt; manchmal stehen beide Nieren in offener Verbindung miteinander. Sie münden mit je einer Oeffnung seitlich am Körper unterhalb des Ursprungs der Kieme; außerdem stehen sie durch je eine Oeffnung mit dem Herzbeutel in Verbindung. — Die Mehrzahl der Muscheltiere sind getrennten Geschlechts, eine kleinere Anzahl (z. B. die Auster) Zwitter. Eierstöcke und Hoden, stets in einem Paare vorhanden, sind verästelte Organe, die sich zwischen die anderen Eingeweide, in den Fuß oder (z. B. bei der Miesmuschel) in den Mantel, erstrecken; sie münden an beiden Seiten dicht an der Nierenöffnung, oder der Ausführungsgang vereinigt sich mit dem der Niere, so daß jederseits eine gemeinsame Oeffnung für den Harn und die Geschlechtsstoffe vorhanden sein kann [1]). Die befruchteten Eier durchlaufen bei einigen Muscheltieren ihre Entwicklung in den Hohlräumen der äußeren Kiemenplatte des Muttertieres.

Die Muscheltiere des Meeres durchlaufen eine ähnliche Metamorphose (Fig. 423) wie die Meeresschnecken; die neugeborene Larve bewegt sich mittels eines Wimpersegels; manchmal ist sie am vorderen Teil des Körpers mit Augen versehen, die später verschwinden. Ein solcher frei schwimmender Larvenzustand fehlt bei den meisten Süßwassermuscheln, ein Wimpersegel kommt bei ihnen nicht zur Entwicklung oder ist nur vorübergehend bei den Embryonen angedeutet.

Alle Muscheltiere leben im Wasser, die Mehrzahl im Meere. Sie ernähren sich von den kleinen organischen Körpern, Diatomeen etc., die in dem in die Mantelhöhle einströmenden Wasser enthalten sind. Mittels des Fußes können sie langsam fortkriechen, indem sie diesen der Unterlage an- oder in sie eindrücken; einzelne (z. B. das Fig. 419 abgebildete Cardium) können mittels des Fußes eine Art von Sprüngen ausführen. Einzelne können, indem sie zuerst die Mantelhöhle öffnen und Wasser in dieselbe aufnehmen und sie nachher wieder schließen und das Wasser an bestimmten Stellen auspressen, einen solchen Druck auf die umgebende Wassermasse ausüben, daß sie durch das Wasser „schwimmen" (Kammuschel u. a.). Sehr viele sind befähigt, mittels des Fußes sich in den weichen (sandigen oder schlammigen) Grund hineinzuarbeiten, so daß schließlich nur Cloaken- und Atemöffnung hervorragen, und manche verbringen den größten Teil ihres Lebens derartig eingegraben; die Ausbildung kürzerer oder längerer Mantelröhren steht eben hiermit in Zusammenhang. Einige besitzen sogar das Vermögen, sich in festere Teile, Holz, Kalkstein etc. einzubohren; wie dies geschieht, ist noch nicht sicher festgestellt. Einige Muscheltiere, z. B. die Auster, sind mit der einen Schale an fremden Gegenständen mittels einer Kalkausscheidung festgekittet

1) Bei einigen öffnen die Geschlechtsorgane sich in die Niere selbst, bei gewissen Formen sogar nahe an deren Oeffnung in den Herzbeutel.

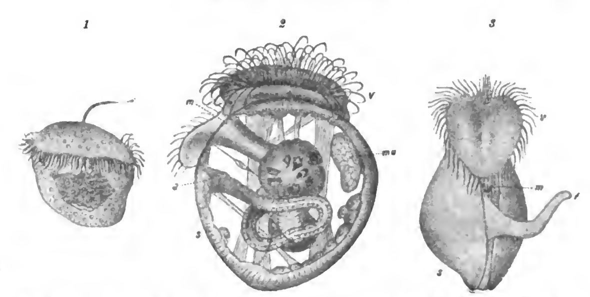


Fig. 423. Larven von Muscheltieren. *1* junge, noch schalenlose Larve von *Cardium* (einer Meeresmuschel). *2* Austernlarve von der Seite. *3* ältere Larve von *Dreissena* von der Unterseite gesehen. *a* After, *f* Fuß, *m* Mund, *mu* Schließmuskel der Schale, *s* Schale, *v* Segel. — *1* nach Lovén, *2* nach Möbius, *3* nach Korschelt.

und entbehren natürlich jeder Ortsbewegung. Wie schon oben erwähnt, kann eine Festheftung an fremden Gegenständen auch durch Byssusfäden geschehen; das in dieser Weise festgeheftete Tier bleibt oft lange Zeit an derselben Stelle, kann sie aber verlassen, indem es den Byssus zurückläßt; die unten genannte Dreissena z. B. ist im Sommer dicht unterhalb der Oberfläche des Wassers an fremden Gegenständen angeheftet, im Herbst zieht sie sich aber unter Zurücklassung des Byssus auf den Grund zurück.

Beispielsweise führen wir folgende Formen an:

1. Die Auster (*Ostrea edulis*) besitzt nur einen Schließmuskel, das Band ist ein inneres, der Fuß fehlt, die rechte Schalenhälfte flach, die linke gewölbt und an fremden Gegenständen angewachsen. In der Nordsee und anderen nordischen Meeren. — Mit den Austern verwandt sind die Kammuscheln (*Pecten*) mit radiär gerippter Schale, deren vordere und hintere Hälfte fast gleich sind. Bei einigen Arten ist die linke Schalenhälfte flach, die rechte gewölbt; bei anderen sind beide gleich, gewölbt. Inneres Band, Augen am Mantelrand, ein Schließmuskel, kleiner Fuß. Arten in der Nordsee etc. (Ueber deren Schwimmen siehe S. 426.)

2. Bei der Miesmuschel (*Mytilus edulis*) sind die Wirbel an das vorderste Ende der ziemlich dünnen Schale gerückt; vorderer Schließmuskel sehr klein, hinterer groß; es ist ein langes inneres Band und ein kräftiger Byssus vorhanden, vermittels dessen das Tier an Steine etc. angeheftet ist. An den Küsten der Nord- und Ostsee sehr häufig; wenn sie in stagnierenden Gewässern (in Hafenbassins etc.) lebt, lagert sich oft ein giftiger Stoff in der Leber ab. — Die verwandte, etwas kleinere Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*) lebt im Süßwasser; ursprünglich in Südost-Europa einheimisch, hat sie sich im 19. Jahrhundert allmählich beinahe über ganz Europa verbreitet. — Eine andere verwandte Form ist die fast zylindrische, längliche Dattelmuschel (*Lithodomus lithophagus*), die sich in Kalkstein einbohrt; im Mittelmeer.

3. Die Teichmuscheln (*Anodonta*) sind große, eiförmige, dünnschalige Muscheltiere, die in den süßen Gewässern häufig sind. Die zahl-

reichen Eier werden in der äußeren Kiemenplatte des Weibchens ausgebrütet und die Jungen durch die Cloakenöffnung ausgestoßen. Letztere sind mit einem langen, klebrigen Faden versehen, der im Wasser flottiert und an vorüberschwimmenden Fischen leicht festklebt; nachdem dies geschehen, heftet das junge Tier sich mittels eines am unteren Rand der Schale jederseits vorhandenen Zahnes an den Fisch fest, wird von dessen Haut überwuchert und führt eine Zeitlang ein Schmarotzerleben auf dem Fisch, um ihn später wieder zu verlassen und sich am Boden des Wassers fertig zu entwickeln. — Verwandt sind die Flußmuscheln (*Unio*) und die Flußperlmuschel (*Margaritana margaritifera*), die ebenfalls in Deutschland vorkommen; letztere liefert einen Teil der in den Handel gelangenden Perlen. (Zu einer anderen Familie der Muscheltiere gehört die echte Perlmuschel [*Meleagrina margaritifera*], welche die schönsten Perlen liefert; im Indischen und Stillen Ozean.)

4. Die Klaffmuschel (*Mya arenaria*) zeichnet sich durch den Besitz einer sehr langen (natürlich aus zwei zusammengesetzten) Mantelröhre und durch die hinten klaffende Schale aus; die Mantelränder sind größtenteils verwachsen. Findet sich am Strande, an der Küste der Nord- und Ostsee, bis etwa $^1/_2$ m tief eingegraben.



Fig. 424. Klaffmuskel (*Mya*). *f* Fuß, *i* Oeffnung des Cloaken-, *u* des Atemsiphos. — Nach Meyer und Möbius.

5. Der Pfahlwurm (*Teredo navalis*) ist ein wurmförmig gestrecktes Muscheltier mit zum allergrößten Teile verwachsenen Mantelrändern, mit einem Paar recht kleiner, nicht durch Bandmasse zusammengehaltener Schalen am vordersten Teil des Körpers und zwei getrennten Mantelröhren am Hinterende. Er lebt im Meere, in Holz (Pfählen, Schiffen), in das er lange, mit einer abgesonderten Kalkschicht ausgefütterte Röhren bohrt; die äußere Oeffnung und die diesen zunächst liegenden Teile der Röhre sind eng (wurde von dem jungen Muscheltier gebildet), der übrige Teil der Röhre etwas weiter, zylindrisch; das Tier sitzt mit seinem Vorderteil im innersten Ende der Röhre, mit den Mantelröhren an ihrer äußeren Oeffnung und ist außer stande, diese zu verlassen. An den europäischen Küsten gemein; sehr schädlich. — Bei der verwandten Gattung *Pholas* (Bohrmuschel), die in Kalkstein, Holz etc. bohrt, ist der Körper kürzer, die Schalen ebenfalls ohne Band, aber besser als bei Teredo entwickelt; sie besitzt Leuchtvermögen. In den europäischen Meeren.

Fig. 425. Pfahlwurm. *a* Schale, *b* Fuß, *c* Mantel, *e* Mantelröhren.

4. Klasse. Cephalopoda, Tintenfische.

Der Körper ist äußerlich, und in der Hauptsache auch innerlich, streng symmetrisch. Er zerfällt in zwei natürliche Abschnitte, den Kopf und den Rumpf. Der Kopf ist sehr kräftig entwickelt; vorn findet sich die Mundöffnung, die bei allen Zweikiemern (d. h. allen Cephalopoden mit Ausnahme des Nautilus) von einem Kreis von 8 langen, muskulösen Armen [1]) umgeben ist; nach innen von diesen entspringen bei einigen Zweikiemern (den 10-armigen) noch zwei längere, sog. Fangarme (Tentakelarme), die oftmals in je eine Tasche zurückgezogen werden können. Die Arme und die Fangarme sind — letztere jedoch nur gegen die Spitze hin — an der inneren, dem Munde zugekehrten Seite mit zahlreichen muskulösen Saugnäpfen ausgestattet, die bei den 8-armigen Tintenfischen sitzend, bei den 10-armigen in der Regel kurz gestielt sind; bei den letzteren (dagegen nicht bei den achtarmigen) findet sich im Rande des Saugnapfes ein „Hornring", der in der Regel am Rande fein gezähnt ist; eines der Zähnchen ist oft größer als die übrigen, und bei einigen Tintenfischen kann dieses Zähnchen an einem Teil der Saugnäpfe enorm entwickelt und hakenförmig umgebogen sein, und der Saugnapf hat dann gleichzeitig aufgehört als Saugnapf zu fungieren, ist vielmehr Hafthaken geworden. Bei den Vierkiemern (Nautilus) findet sich statt der Arme eine größere Anzahl

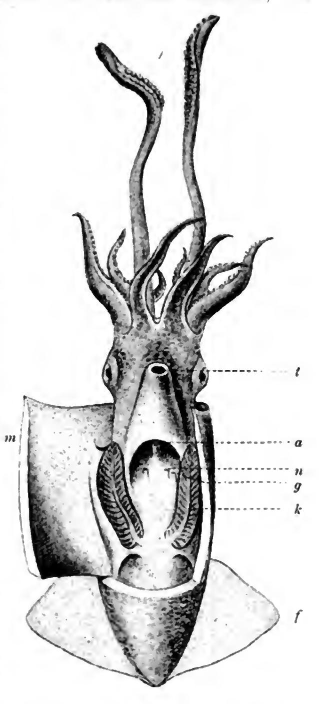


Fig. 426. Zehnarmiger Tintenfisch, von der Unterseite gesehen, Mantel an einer Seite losgeschnitten und nach der anderen gelegt. Schema. *a* After, in der hinteren Trichteröffnung gelegen, *f* Flosse, *g* Geschlechtsöffnung, *k* Kieme, *m* Mantel, *n* Nierenöffnung, *t* vordere Trichteröffnung. — Orig.

1) Einige der Arme, oder alle acht, sind bei gewissen Cephalopoden entweder nur am Grunde oder weiter hinauf durch eine dünne Bindehaut miteinander verbunden (ähnlich wie die Zehen mancher schwimmender Säugetiere und Vögel).

dünner Tentakel, die in mehreren Kreisen um die Mundöffnung geordnet sind und in Tentakelscheiden zurückgezogen werden können, die teilweise zu handartigen Platten verwachsen sind, von deren Rand die Tentakel entspringen; letztere entbehren der Saugnäpfe. — Am Kopfe findet sich außerdem noch ein Paar großer Augen, von denen unten mehr.

Der Rumpf — der mit dem Eingeweidesack der Schnecken verglichen werden kann — ist bei einigen, den 8-armigen und Nautilus, kurz und dick, bei den 10-armigen meist mehr gestreckt; bei letzteren ist er mit einem Paar wagerechter Flossen versehen, die von den Seiten des Rumpfes gegen die Rückenseite zu entspringen und in der Regel am hinteren Teil des Tieres ihren Sitz haben. Auf der Grenze von Kopf und Rumpf findet man an der Bauchseite eine Querspalte, die in eine geräumige Mantelhöhle hineinführt, die sich längs der ganzen Bauchseite des Tieres bis an das Hinterende und auf die Seiten hinauf erstreckt; nach außen wird sie von einem meist sehr muskulösen, dicken Mantel begrenzt, der sich bei manchen mit einer niedrigeren Falte auch hinter dem Kopfe auf die Oberseite fortsetzt. Aus der Mantelspalte ragt das vordere Ende einer an beiden Enden offenen Röhre, des Trichters, hervor, der mit seiner oberen Seite an der oberen Wand der Mantelhöhle, auf der Grenze des Kopfes, befestigt ist; der Trichter ist übrigens nur bei den Zwei-



Fig. 427. Nautilus, aus der Schale genommen, von unten. Der Mantel ist auf der linken Seite und hinten losgeschnitten und nach der rechten Seite (links in der Figur) gelegt; nur ein kleiner Teil (m') des Mantels ist auf der linken Seite sitzen geblieben. a After. e und e' Oeffnungen der Excretionsorgane. g Geschlechtsöffnung. k Kieme. l Leibeshöhlenöffnung. m, m' Mantel. o Auge. r Rumpf. sr Schnittrand. t Trichter. te Tentakelscheide. — Orig.

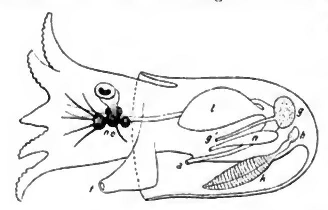


Fig. 428. Schema der Organisation eines Cephalopoden, seitliche Ansicht. a After, g Geschlechtsdrüse, g' deren Oeffnung, h Herz, k Kieme, l Leber, n Niere, ne Nervensystem, t Trichter. — Nach Pelseneer.

kiemern eine wirkliche Röhre, bei Nautilus dagegen eine dütenförmig zusammengerollte Platte, deren Ränder unten übereinander greifen (Fig. 427); er entspricht dem Fuß anderer Weichtiere. Das Tier nimmt durch die große Spalte Wasser in die Mantelhöhle auf, stößt es aber durch den Trichter aus, indem sich der Rand des Mantels dem Rumpfe andrückt und der muskulöse Mantel sich zusammenzieht; in dem Trichter findet sich oft oben eine kleine zungenartige Platte, die mit ihrem hinteren Ende festgeheftet ist, während das vordere Ende frei ist, und die so als ein Ventil wirkt, das ein Zurückströmen des Wassers durch den Trichter verhindert. In der Mantelhöhle findet sich bei den 8- und 10-armigen Tintenfischen ein Paar federförmiger Kiemen, bei Nautilus zwei Paare.

Bei Nautilus ist der Rumpf in eine Schale eingeschlossen, die ebenso wie die der Schnecken eine Absonderung der Epidermis ist. Die Schale ist spiralig gewunden, aber symmetrisch; die Konvexität entspricht der Bauchseite des Tieres (vergl. Fig. 429); die Windungen berühren einander. Die Schale ist mehrkammerig, durch gewölbte Querscheidewände in eine große Anzahl Räume geteilt, von denen der äußerste (und größte) den Rumpf umschließt, während die übrigen mit Luft gefüllt sind; die Scheidewände sind von je einem Loch durchbohrt, durch das eine dünne, strangförmige Verlängerung des Hinterendes des Tieres (der sog. Sipho) hindurchgeht, die sich durch die ganze Schale fortsetzt[1]). Bei einigen ausgestorbenen Verwandten von Nautilus war die Schalenröhre gerade (*Orthoceras*), bei anderen schwach gebogen oder nur teilweise spiralig aufgerollt, bei anderen wieder zwar spiralig gewunden, aber ohne daß die Windungen einander berührten.

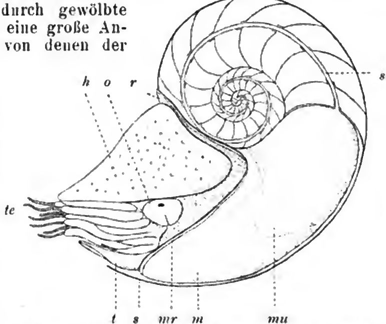


Fig 429. Nautilus. Schale durchsägt. *h* Hautpartie auf der Oberseite des Kopfes, welche die Mündung der Schale deckelartig verschließt, wenn das Tier ganz zurückgezogen ist. *m* Mantel, *mr* dessen Rand; *mu* Endfläche des Schalenmuskels, der sich hier der Schale anheftet (vergl. die Schnecken); *r* dorsaler Teil des Mantelrandes, *s* Schale; *st* der Strang, der sich durch die Kammern erstreckt, *t* Trichter, *te* Tentakel.

Bei der jetzt lebenden Gattung *Spirula* (Fig. 431 *A*), die zu den zehnarmigen Cephalopoden gehört, findet man eine ähnliche

1) Man muß annehmen, daß die Scheidewände auf die Weise gebildet werden, daß das Tier, wenn die Schale ein Stück an der Mündung gewachsen ist, sein Hinterende von der äußersten Scheidewand eine kurze Strecke abrückt und eine neue Scheidewand vor der letzteren ausscheidet; gleichzeitig streckt sich auch der Strang in die Länge.

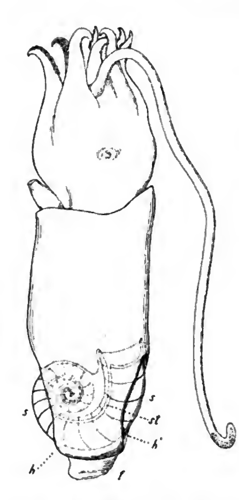


Fig. 430. *Spirula*, von der linken Seite. Der hintere (in der Fig. untere) Teil ist durchsichtig dargestellt. um die Lage der Schale zu zeigen. *f* Flosse. *h* und *h'* die zwei großen, hinten zusammenhängenden Hautfalten, welche die Schale einschließen. *s* die entblößten Partien der Schale. *st* schwanzartiger Strang, der die Schale durchzieht. — Nach verschiedenen Abbildungen kombiniert.

spiralige, mehrkammerige Schale wie beim Nautilus, deren Windungen sich aber nicht berühren, und die in entgegengesetzter Richtung aufgerollt ist, indem die Konvexität der Rückenseite entspricht; abgesehen von dem Sipho ist nur ein winziger Teil des Rumpfes in die Schale eingeschlossen, deren äußerste Kammer nur klein ist, und die Schale ist von Hautfalten umschlossen, die sogar bei der ganz jungen Spirula die Schale vollständig umwachsen hat, während beim erwachsenen Tier die Schale oben und unten entblößt ist. Am nächsten an Spirula schließen sich gewisse ausgestorbene zehnarmige Cephalopoden an, bei denen man noch eine gekammerte Schale (*B*, *C*) findet, die aber nur schwach gebogen oder gerade und vorne in einen plattenförmigen Teil (*p*) ausgezogen ist; der gekammerte Teil ist bei einigen (*D*) stark verkürzt, der plattenförmige überwiegend. Bei den jetzt lebenden 10-armigen (mit Ausnahme von Spirula) ist dieser plattenförmige Teil fast das Einzige, was von der Schale übrig geblieben ist, indem der hintere, kegelförmige, bei den ausgestorbenen gekammerte Teil ganz rudimentär geworden ist (*E*) oder völlig fehlt. Die Schale ist bei diesen in der Regel eine dünne hornartige, schmälere oder breitere, langgestreckte Platte, seltener dicker, mit einer Kalkmasse unterhalb der Hornplatte (*Sepia*)[1]; sie ist stets völlig in eine Höhlung auf der Rückenseite des Tieres, eine Einstülpung der äußeren Haut, eingeschlossen. Diese sog. „innere Schale" entspricht nach dem Angeführten der äußeren Schale des Nautilus, ist in der Tat ebenso wie diese eine Absonderung der Epidermis. Bei den 8-armigen ist die Schale rudimentär oder fehlt ganz (wegen der ganz abweichenden Schale von Argonauta siehe unten S. 439).

Die Haut zeichnet sich durch ihren lebhaften Farbenwechsel aus, den sie dem Vorhandensein großer vielkerniger Pigmentzellen (Chromatophoren), Fig. 432, verdankt, die am Rande in zahlreiche kontraktile Fasern auslaufen, an deren Basis je ein Kern liegt; die Pigmentzellen können sich durch die Wirkung dieser Fasern ausdehnen, während die Zusammenziehung der Zellen (und damit eine Zusammenballung des Pigments) durch die Kontraktion der übrigen Zellmasse erfolgt.

1) Die Schale ist bei Sepia zusammengesetzt aus zahlreichen dünnen Kalkschichten, die durch kurze feine Pfeiler verbunden sind und zwischen denen von dem Tier abgesonderte Luft vorhanden ist, so daß die Schale einen Schwimmer darstellt.

Die Cephalopoden besitzen ein wirkliches, wenn auch nur schwach entwickeltes, **inneres Skelet** in Form von **knorpeligen** Teilen, von denen besonders eine das zentrale Nervensystem, die Gehörorgane und teilweise die Augen umhüllende Knorpelkapsel im Kopfe hervorzuheben ist. Außer dieser Kapsel finden sich bei den meisten Cephalopoden an verschiedenen Körperstellen noch einige kleinere Knorpelstücke.

Das **Nervensystem** zeichnet sich dadurch aus, daß sämtliche großen Nervenknoten — Gehirn-, Fuß-, Pleural- und Visceralganglien —

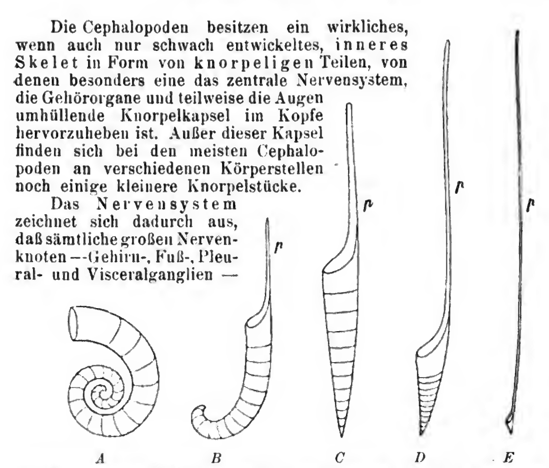


Fig. 431. Schematische Figuren verschiedener Tintenfisch-Schalenformen, von der Seite. *A Spirula*; *B Spirulirostra* (ausgestorben); *C Belemnites* (ausgestorben); in *B* und *C* ist eine solide stachelförmige Fortsetzung des hinteren Teiles der Schale fortgelassen; *D Conoteuthis* (ausgestorben); *E Ommatostrephes* (jetztlebender zehnarmiger Tintenfisch). *p* plattenförmiger Teil der Schale. — Orig.

um die Speiseröhre dicht zusammengerückt und die Commissuren derartig verkürzt sind, daß die Ganglien unmittelbar miteinander zusammenhängen. — Die **Augen** sind groß und erreichen bei manchen Formen eine hohe Ausbildung. Am einfachsten verhalten sie sich beim **Nautilus** (Fig. 433 *A*), dessen Augen tiefe, sackförmige Einstülpungen der Epidermis sind; ihr Hohlraum steht mit der Außenwelt durch eine kleine Oeffnung in Verbindung (das Auge gehört zu dem Fig. 32, 3 abgebildeten Typus, ein Glaskörper fehlt aber). Bei den **übrigen Cephalopoden** ist eine geschlossene Augen-

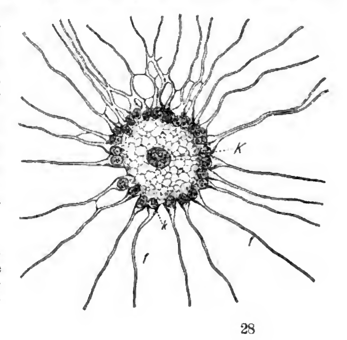


Fig. 432. **Chromatophore** eines Tintenfisches. *f* kontraktile Fasern. *k* Kerne an der Basis derselben. *K* großer centraler Kern. — Nach Chun.

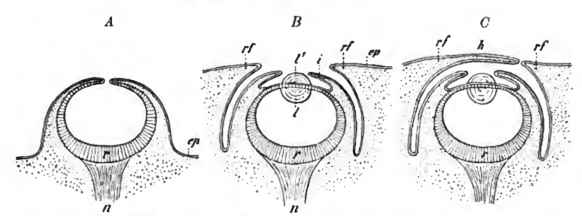


Fig. 433. Auge verschiedener Tintenfische, durchschnitten, Schema. *A Nautilus*, *B*, *C* verschiedene Zweikiemer. *ep* Epidermis, *h* Hornhaut, *i* Iris, *l* innerer, *l'* äußerer Abschnitt der Linse, *n* Sehnerv, *r* Retina, *rf* Ringfalte.

blase entwickelt, der außen eine Linse angefügt ist; die innere Hälfte dieser Linse ist von dem Epithel der Augenblase abgesondert, die äußere Hälfte von der Epidermis. Ferner ist bei diesen im Umkreis des Auges eine große, augenlidartige Ringfalte vorhanden, die einen Raum um das Auge herum begrenzt; bei einigen 10-armigen (*Oegopsidae*, Fig. 433 *B*) steht dieser Raum in weit offener Verbindung mit der Außenwelt, bei den übrigen 10-armigen (*Myopsidae*) und bei den 8-armigen (Fig. 433 *C*) erstreckt die Falte sich vollständig über das Auge hin, und die in den Raum führende Oeffnung ist ganz klein geworden oder völlig geschlossen: an der Stelle, wo die Falte vor der Linse liegt, ist sie durchsichtig und wird als Hornhaut bezeichnet. In dem genannten, äußerlich von dieser Falte begrenzten Raum findet sich eine zweite, kleinere, pigmentierte Ringfalte, die eine gewisse Aehnlichkeit mit der Iris der Wirbeltiere besitzt und auch mit diesem Namen bezeichnet wird. — Als Geruchsorgan wird eine Hautvertiefung gedeutet, die sich seitlich am Kopfe hinter dem Auge befindet und zu der ein vom Gehirn entspringender Nerv geht.

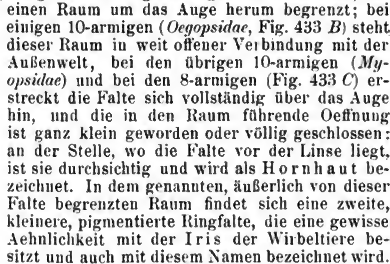


Fig. 434. Darmkanal eines 8-armigen Tintenfisches (*Eledone*). *a* After, *b* Mundhöhle, von starker Muskulatur umgeben, *bl* spiraliger Blindsack, *d* Darm, *k* Kropf, *l* Leber, *l'* und *l''* deren Ausführungsgänge, *m* Mund, *ma* Magen, *oe* Speiseröhre, *s* und *s'* Speicheldrüsen, *s''* Ausführungsgang von *s'*, *t* Tintenbeutel. — Nach A. Isgrove.

Die Mundöffnung ist von einer vorspringenden Ringfalte, der Lippe, umgeben, innerhalb deren zwei kräftige, hornartige Kiefer, ein Ober- und ein Unterkiefer, sich befinden; letzterer greift mit seinem Rand vor den ersteren, und beide haben zusammen eine große Aehnlichkeit mit einem Papageischnabel, in

dem das untere zu oberst gekehrt ist. In der mit sehr muskulösen Wänden versehenen Mundhöhle findet sich eine sehr ähnliche Radula wie bei den Schnecken. In die Mundhöhle öffnen sich gewöhnlich zwei Paar ansehnliche Speicheldrüsen, deren Secret giftig ist. Auf eine lange enge Speiseröhre, die mit einem Kropf versehen sein kann, folgt ein sehr muskulöser Magen, der innerlich mit einer festen Cuticula ausgekleidet ist (dem Muskelmagen der Vögel recht ähnlich und in derselben Weise wie dieser tätig). Dicht an demselben öffnet sich in den Darm ein am Ende häufig spiralig gewundener Blindsack, in den die große Leber einmündet. Der After liegt in der Mantelhöhle, in der Mittellinie, gewöhnlich weit vorn auf der Bauchseite des Körpers. In den Enddarm dicht beim After mündet bei den Zweikiemern der Tintenbeutel, eine große, gewöhnlich birnförmige Drüse, die ein großes Reservoir enthält, wo sich das Secret, eine tintenartige Flüssigkeit, ansammelt; die Flüssigkeit wird, wenn das Tier sich in Gefahr glaubt, durch den Trichter ausgestoßen und trübt in sehr wirksamer Weise das Wasser.

Das Herz (Fig. 435) besteht aus einer Herzkammer und so vielen Vorhöfen, wie Kiemen vorhanden sind, d. h. 4 beim Nautilus, 2 bei den übrigen Cephalopoden. Bei den Zweikiemern sind die großen Venenstämme, die das Blut zu den Kiemen führen, vor dem Eintritt in die letzteren erweitert und rhythmisch kontraktil: Kiemenherzen. — Die Nieren, beim Nautilus zwei Paare, bei den Zweikiemern ein Paar, sind sackförmige Organe, die mit je einer Oeffnung (symmetrisch) in die Mantelhöhle ausmünden; bei einigen Zweikiemern sind die beiden Nieren teilweise verschmolzen, jede besitzt aber ihre Oeffnung. Die Nieren zeichnen sich dadurch aus, daß von den großen angrenzenden Venen traubenförmige Ausstülpungen entspringen, welche die dicht anliegende Wand der Niere in den Hohlraum der Niere einstülpen; diese Ausstülpungen hängen somit anscheinend frei in den Nierensack hinein.

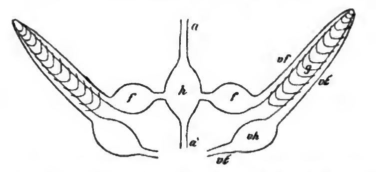


Fig. 435. Schema des Herzens etc. eines Cephalopoden. *a*, *a'* Arterien, *f* Vorhof, *g* Kieme, *h* Herzkammer, *vf* Vene aus der Kieme, *vh* Kiemenherz, *vt* Vene nach der Kieme.

Die Geschlechtsorgane sind bei Weibchen und Männchen — die Cephalopoden sind stets getrennten Geschlechts — in ziemlich übereinstimmender Weise angeordnet. Es findet sich ein unpaarer Eierstock, resp. Hode; sie setzen sich nicht direkt in die Ausführungsgänge fort, sondern sind in einen dünnwandigen Sack eingeschlossen, von welchem diese entspringen. Bei einigen Cephalopoden sind zwei symmetrische Eileiter (Fig. 436 *A*) vorhanden, die sich, einer auf jeder Seite, hinter dem After in die Mundhöhle öffnen; bei anderen ist nur der eine Eileiter vorhanden (in der Regel der linke, *B*). Dicht bei den Geschlechtsöffnungen münden bei manchen Cephalopodenweibchen ein Paar große Drüsen, die Nidamentaldrüsen, deren Secret zur Bildung der Schleimmassen verwendet wird, welche die

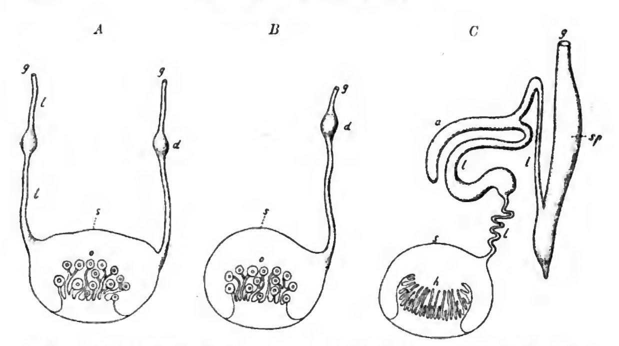


Fig. 436. Schematische Figuren von Geschlechtsorganen verschiedener Tintenfische, *A*—*B* weiblich, *C* männlich. *a* akzessorischer Drüsenanhang des Samenleiters, *d* Eileiterdrüse, *g* Geschlechtsöffnung, *h* Hoden, *l* Eileiter, resp. Samenleiter, *o* Eierstock, *s* Sack um den Eierstock, resp. Hoden, *sp* Spermatophorenbehälter (Abschnitt des Samenleiters).

Eier umgeben[1]). Bei den Männchen von Nautilus sind zwei symmetrische Samenleiter vorhanden, von denen jedoch nur der rechte funktioniert; bei allen übrigen ist aber nur der linke Samenleiter entwickelt. Der Samenleiter ist kompliziert gebildet, mit drüsigen Wandungen und einem akzessorischen Drüsenanhang versehen, und in der Nähe der Ausmündung in die Mantelhöhle ist eine Erweiterung vorhanden, in der die von den Wandungen abgesonderten fadenförmigen Spermatophoren magaziniert werden. Bei der Paarung werden letztere entweder in den Eileiter eingeführt oder in der Nähe von dessen Oeffnung der Haut angeheftet.

Bei den Zweikiemern ist ein Arm des Männchens in eigentümlicher Weise für die Begattung ausgebildet, „hectocotylisiert". Bei den 10-armigen ist es in der Regel ein Arm des vierten Paares (seltener des ersten Paares), bei den achtarmigen stets ein Arm des dritten Paares, entweder der linke oder der rechte, selten beide. Die Weise, in welcher der Arm umgebildet ist, ist verschieden: er kann an der Spitze löffelförmig ausgehöhlt und längs des Randes mit einem häutigen Saum versehen sein (8-armige), oder die Saugnäpfe können in der Mitte oder an der Basis des Armes fehlen oder umgebildet sein (10-armige), etc. Am größten ist die Umbildung bei einzelnen achtarmigen (darunter die unten zu erwähnende *Argonauta*), bei denen der betreffende Arm ausschließlich in den Dienst der Begattung getreten ist; er ist bei diesen vor dem Gebrauch in einen Sack eingeschlossen, und bei der Begattung wird er losgerissen und bleibt in der Mantelhöhle des Weibchens zurück, wo er sich noch lange Zeit lebendig und beweglich erhält, weshalb er seinerzeit für einen eigentümlichen

1) Außer den Nidamentaldrüsen können noch „akzessorische N." und eine Eileiterdrüse vorhanden sein. — Die Eierkapseln selbst werden schon im Eierstock gebildet.

Schmarotzer angesehen und unter dem Namen *Hectocotylus* beschrieben wurde; später wurde er von einigen als das sehr stark umgestaltete Männchen aufgefaßt, bis endlich seine wahre Natur sich herausstellte. Der Hectocotylus enthält einen Hohlraum, in dem die Spermatophore liegt und der sich mit einem Kanal durch den Arm fortsetzt[1]).

Beim Männchen von Nautilus findet sich

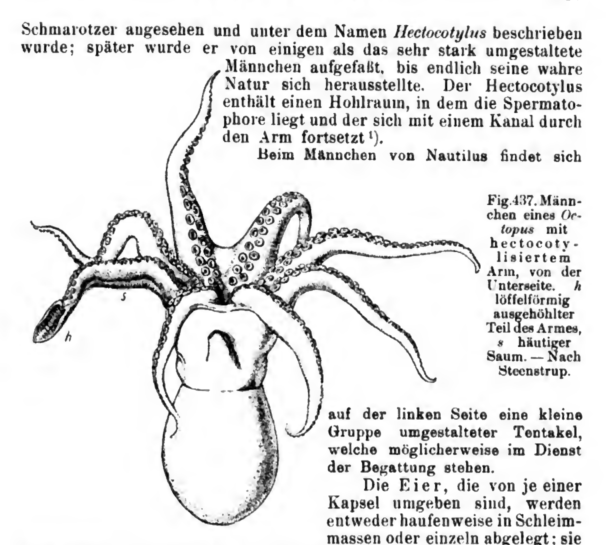


Fig. 437. Männchen eines *Octopus* mit hectocotylisiertem Arm, von der Unterseite. *h* löffelförmig ausgehöhlter Teil des Armes, *s* häutiger Saum. — Nach Steenstrup.

auf der linken Seite eine kleine Gruppe umgestalteter Tentakel, welche möglicherweise im Dienst der Begattung stehen.

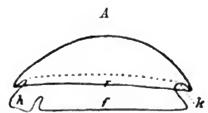
Die Eier, die von je einer Kapsel umgeben sind, werden entweder haufenweise in Schleimmassen oder einzeln abgelegt; sie sind meistens an Fremdkörpern befestigt, seltener treiben sie im Meere. Eine Brutpflege findet bei einigen (*Octopus* und verw.) in der Form statt, daß die Eier in eine Art Nest von Steinchen abgelegt und vom Weibchen bewacht und mit Wasser übergossen werden. (Vergl. auch *Argonauta*.) Die Eier sind von verhältnismäßig bedeutender Größe; die Furchung ist partiell und der Embryo oftmals eine Zeitlang mit einem großen Dottersack versehen, der zwischen den Armen heraushängt. Eine Metamorphose wird nicht durchlaufen; die neugeborenen Jungen haben in der Hauptsache dasselbe Aussehen wie die Erwachsenen.

Die Cephalopoden, die sämtlich im Meere leben, sind größtenteils gefräßige Raubtiere, die ihre Beute mit den Armen ergreifen; die 10-armigen können ihre Tentakelarme mit Kraft und Sicherheit hervorschleudern und deren Endpartie an die Oberfläche der Beutetiere heften. Die Arme werden außerdem als Werkzeuge zum Kriechen (besonders bei den 8-armigen) verwendet. Ein langsames Schwimmen, vorwärts oder rückwärts, kann durch Bewegungen der Flossen stattfinden:

1) **In welcher Weise der hectocotylisierte Arm der Cephalopoden übrigens der Begattung dient, ist nur mangelhaft bekannt. Bei einem *Octopus* hat man beobachtet, daß das Männchen das Ende des hectocotylisierten Armes in die Mantelhöhle des Weibchens führte, in dessen Eileitern man nachher Spermatophoren fand; wahrscheinlich gehen die Spermatophoren zuerst durch den Trichter des Männchens, dann der Randfalte des Armes entlang und gelangen so an sein löffelförmiges Ende.**

eine eilige Flucht, rückwärts, meistens unter gleichzeitiger Abgabe von Tinte, wird dagegen dadurch bewirkt, daß die Tiere das in die Mantelhöhle aufgenommene Wasser durch den Trichter ausstoßen[1]). Die besten Schwimmer sind die 10-armigen, während die 8-armigen im ganzen mehr kriechen. Manche Cephalopoden (besonders 10-armige, einige 8-armige) werden, oft scharenweise, auf dem offenen Meere gefunden; andere sind mehr Küstentiere. Sie sind am reichsten in den wärmeren Meeren vertreten.

Den Cephalopoden-Typus kann man sich von einem Geschöpf wie *Chiton* (oder einem ähnlichen) abgeleitet denken (vergl. Fig. 438), indem der obere Teil von Chiton stark in die Höhe entwickelt, die Mantelrinne an der Hinterseite dieses aufgerichteten Teiles stark vertieft, der Kopf kräftig ausgebildet und der Fuß reduziert und zum Trichter umgebildet wird.



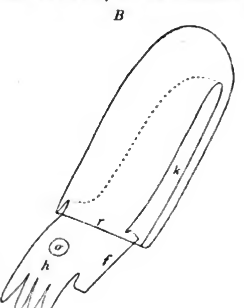


Fig. 438. Schematische Figuren zur Illustration des Verhältnisses zwischen den Chitonen (*A*) und den Tintenfischen (*B*); Profil. *f* Fuß (Trichter), *h* Kopf, *k* Mantelhöhle, *o* Auge, *r* Rand des Mantels, dessen obere Grenze durch eine punktierte Linie angedeutet ist.

1. Ordnung. Tetrabranchiata, Vierkiemer.

Zahlreiche Arme (Tentakel) ohne Saugnäpfe. Trichter eine zusammengerollte Platte. Augen ohne Linse. 4 Kiemen (4 Vorhöfe, 4 Nieren). Kein Tintenbeutel. Aeußere Schale.

Die Vierkiemer sind in der jetzigen Erdperiode nur durch die Gattung *Nautilus* vertreten, von der ein paar Arten im Indischen und Großen Ozean vorkommen; sie leben sowohl auf dem Boden kriechend als an der Oberfläche schwimmend. In früheren Perioden war die Abteilung reich entwickelt, zum Teil durch Formen mit einer geraden oder schwach gebogenen Schale vertreten (vergl. S. 431); sie waren schon im Cambrium vorhanden.

Eine sehr reichhaltige Gruppe ausgestorbener Tiere sind die **Ammoniten**, die eine ähnliche mehrkammerige Schale wie Nautilus besitzen, mit durchbohrten Scheidewänden, spiralig gewunden oder gerade, gebogen etc., die sich aber von derjenigen des Nautilus dadurch unterscheidet, daß das Loch der Scheidewände dicht an der konvexen Seite der gebogenen oder gewundenen Schalenröhre liegt (beim Nautilus in der Regel ungefähr in

1) Bei manchen Cephalopoden kann das Ende des Trichters übrigens nach ihnten gebogen werden, und das Tier wird dann beim Ausstoßen des Wassers vorwärts bewegt.

der Mitte), und dadurch, daß die Scheidewände längs ihrer Anheftung an der Innenseite der Schale stark gebuchtet sind; manche waren mit einem Schalendeckel (*Aptychus*) versehen. Die Ammoniten treten zuerst in der Devonformation auf, sterben in der Kreideformation aus. Ihre systematische Stellung ist ganz unsicher; wir nennen sie hier wegen der Aehnlichkeit der Schale mit derjenigen des Nautilus; ob sie aber mit diesem verwandt sind, ist nicht zu sagen.

2. Ordnung. **Dibranchiata, Zweikiemer.**

8—10 Arme mit Saugnäpfen. Trichter röhrenförmig. Augen mit einer Linse. 2 Kiemen (2 Vorhöfe, 2 Nieren). Tintenbeutel. Innere oder keine Schale.

1. Zehnarmige Tintenfische (*Decapoda*). 10 Arme, Saugnäpfe gestielt und mit Hornring, Schale vorhanden, Rumpf meist gestreckt, Flossen vorhanden. — Hierzu gehört z. B. die in den europäischen Meeren häufige *Sepia officinalis*, deren dicke, aus feinen Kalklamellen zusammengesetzte Schale (*Os sepiae* der Apotheker) für verschiedene technische Zwecke verwendet wird, und der ebendaselbst lebende Kalmar (*Loligo vulgaris*) mit dünner, hornartiger Schale, ferner die Riesentintenfische (*Architeuthus*), pelagische Tiere von mehreren Metern Länge, übrigens in Körpergestalt vom gewöhnlichen Zehnarmer-Typus nicht abweichend. Auch die vorhin erwähnte *Spirula* ist ein Decapod. — Die sog. „Donnerkeile", die man häufig in den Schreibkreideschichten und infolge der in der Glacialperiode stattgefundenen Umwälzungen auch in den glacialen Ablagerungen Nordeuropas findet, sind das hintere dornförmige Ende der Schale gewisser ausgestorbener zehnarmiger Cephalopoden (*Belemnites*).

2. Achtarmige Tintenfische (*Octopoda*). 8 Arme, ungestielte Saugnäpfe ohne Hornring, keine oder rudimentäre Schale, plumper, flossenloser Rumpf. — An den europäischen Küsten (Nordsee, Mittelmeer etc.) ansehnliche Arten von *Eledone* und von *Octopus*, erstere mit einer, letzterer mit zwei Reihen Saugnäpfe auf jedem Arm, beide mit kleinem, rundlichem Rumpf und langen Armen. Eine interessante Form ist *Argonauta argo*, dessen Weibchen sich dadurch auszeichnet, daß das obere Paar Arme nach hinten gerichtet und stark zusammengedrückt ist, so daß sie zwei den Rumpf umgebende Platten bilden; beide Platten sondern auf ihrer nach innen gekehrten Seite zusammen eine dünne mützenförmige Kalkschale ab, die dem Körper als Schutz dient und in der die Eier aufgehoben werden; diese Schale hängt an keiner Stelle inniger mit der Oberfläche des Tieres zusammen und ist den Schalenbildungen der übrigen Cephalopoden nicht gleichwertig. Das Männchen von Argonauta besitzt einen Hectocotylus, hat aber das 1. Armpaar in normaler Weise ausgebildet und ist ohne Schale. Die Argonauten sind pelagische Tiere (Mittelmeer etc.).

9. Kreis. **Vertebrata, Wirbeltiere.**

Allgemeine Uebersicht. Die Wirbeltiere haben einen bilateralsymmetrischen Bau. An der Rückenseite liegt das Zentralnervensystem, dessen vorderster Teil zum Gehirn angeschwollen ist, während der übrige Teil ein dickwandiges Rohr, das Rückenmark, bildet. Unterhalb des Nervensystems liegt ein strangförmiger Körper,

die *Chorda dorsalis* (Rückensaite); um die letztere und das zentrale Nervensystem herum sind in der Regel Skeletteile entwickelt. Unterhalb der Chorda findet sich der Darmkanal mit der Mundöffnung am Vorderende des Tieres, dem After an der Unterseite, gewöhnlich in ansehnlicher Entfernung vom Hinterende. Das Herz liegt vorn unterhalb des Darmkanals. Es sind ein Paar Nieren und ein Paar Geschlechtsdrüsen vorhanden; die Ausführungsgänge sowohl der ersteren als der letzteren münden in der Nähe des Afters oder in den hinteren Teil des Darmkanals. Darmkanal, Herz etc. liegen in einer geräumigen Leibeshöhle. Augen, Gehör- und Geruchsorgane am vorderen Teil des Körpers.

Der Körper zerfällt naturgemäß in drei aufeinander folgende Abschnitte: 1. den Kopf, mit Gehirn, Sinnesorganen, Mundhöhle; 2. den Rumpf, den vom Kopf bis an den After reichenden Teil des Körpers, der die Leibeshöhle mit den darin eingeschlossenen Organen umfaßt und meistens mit zwei Paar Anhängen, den Gliedmaßen, ausgestattet ist, die — besonders bei den höheren Wirbeltieren — eine wichtige Rolle bei der Bewegung spielen; 3. den Schwanz, den muskulösen Endabschnitt des Körpers, bei den Fischen als ein mächtiges Bewegungswerkzeug entwickelt, bei den höheren Wirbeltieren meistens von untergeordneterer Bedeutung. Bei den höheren Wirbeltieren, von den Reptilien an, ist der vordere Teil des Rumpfes als Hals ausgebildet, d. h. die Leibeshöhle zieht sich aus dem vorderen Teil des Rumpfes zurück, Organe (z. B. das Herz), die sonst hier ihren Platz haben, rücken weiter nach hinten, und der vordere Abschnitt wird so zu einem muskulösen, nahezu eingeweidelosen, stielartigen Verbindungsglied zwischen Kopf und Rumpf, was von der größten Bedeutung für die freie Beweglichkeit des Kopfes ist.

Die Epidermis ist beim *Amphioxus* ein einschichtiges Cylinderepithel, bei den übrigen Wirbeltieren dagegen stets ein mehrschichtiges Plattenepithel von verschiedener Dicke. Bei den Fischen sind sämtliche Epidermiszellen protoplasmatische weiche Zellen, deren oberflächliche Schicht oft eine dünne Cuticula trägt; bei den übrigen besteht dagegen der äußere Teil der Epidermis aus verhornten Zellen, so daß man in ihr eine äußere Hornschicht und eine tiefere Schleimschicht (*Stratum Malpighii*) unterscheidet, welch letztere aus protoplasmatischen Zellen besteht. Die Hornschicht ist bei den meisten Amphibien nur eine oder zwei Zellen stark, bei den höheren Wirbeltieren dicker; an verschiedenen Teilen der Körper-Oberfläche ist sie in verschiedener Weise entwickelt und kann an gewissen Stellen eine sehr bedeutende Dicke und große Festigkeit erreichen. Derartige verdickte, feste Partien der Hornschicht sind die Krallen der Reptilien, Vögel und Säugetiere, die dütenförmig das Endglied der Finger und Zehen umgeben. Die Häutung der Wirbeltiere besteht in einem Abwerfen der Hornschicht entweder in zusammenhängendem Ganzen (Amphibien, einige Reptilien) oder stückweise. Unterhalb der Epidermis findet man das bindegewebige Corium (Lederhaut), von verschiedener Dicke und Festigkeit, durch das lockere subcutane Bindegewebe mit den unterliegenden Teilen verbunden; im Corium sind häufig glatte Muskelzellen oder quergestreifte Muskelfasern vorhanden, ebenso wie auch unterhalb davon, aber in Zusammenhang mit ihm, besonders bei höheren Wirbeltieren zusammenhängende platte Hautmuskeln (aus quergestreiften Muskelfasern bestehend) auftreten können. Sowohl in der Epidermis als im

Corium findet sich sehr häufig in die Zellen Pigment eingelagert. Zur Haut gehören Drüsen von mancherlei Art: bei den Fischen finden sich in der Epidermis verschiedene Sorten schleimabsondernder Zellen (s. S. 486); echte Drüsen sind dagegen in der Regel in der Haut der Fische nicht vorhanden, während sie manchen anderen Wirbeltieren in großer Ausdehnung zukommen, ins Corium (oder noch tiefer) eingesenkt, durch die Oberhaut ausmündend. Im Corium sind häufig, bei Mitgliedern aller Wirbeltierklassen (mit Ausnahme von *Amphioxus*), Verknöcherungen, namentlich in Form dünnerer oder dickerer Platten (Schuppen der Fische etc.), vorhanden. Zuweilen erreichen diese Verknöcherungen einen bedeutenden Umfang und können sich zu einem Hautskelet miteinander verbinden, das größere oder kleinere Teile des Körpers umgibt oder bedeckt (bei gewissen Fischen, einzelnen Säugetieren).

Das innere Skelet wird auf sehr frühen Stufen der Entwicklung ausschließlich durch die *Chorda dorsalis* repräsentiert, einen aus zelligem Bindegewebe bestehenden Strang oder Stab unterhalb des Zentralnervensystems; die Chordazellen sind meistens große blasige, stark vacuolisierte Zellen; die ganze Chorda ist von einer Hülle, der Chordascheide, straff umgeben. Bei *Amphioxus* besteht das Skelet auch bei dem ausgebildeten Tiere fast allein aus der Chorda (Fig. 474, S. 481); bei den übrigen Wirbeltieren aber entwickeln sich, zum großen Teil um die Chorda und in Verbindung mit ihr, andere Skeletteile, welche die Chorda an Masse weit übertreffen. Die ersten Skeletteile, die sich nach der Chorda bilden, bestehen stets aus Knorpel, eine große Anzahl gesonderter Stücke. Bei einigen Wirbeltieren (Cyclostomen und Selachiern) wird nichts anderes entwickelt. Bei den übrigen bildet sich aber allmählich im Anschluß an das knorpelige Skelet ein neues aus, in welchem das Knochengewebe das tragende Element ist. Die Knorpelstücke verknöchern: es bildet sich um dieselben eine



Fig 439. Teilweise verknöcherte Skeletstücke eines großen Störs, *1* und *3* von der Oberfläche, die anderen im Längsschnitt; in den letzteren ist der Knorpel grau, die Knochensubstanz schwarz. Leicht schematisiert. In *1* ist die Knochensubstanz, *k*, nur durch zwei dünne Platten auf der Knorpeloberfläche vertreten; *2* ist ein Längsschnitt von *1*. In *3* bildet die Knochensubstanz, *k*, eine Röhre um den größten Teil des Knorpels herum. *4—6* sind Längsschnitte von Skeletstücken, die äußerlich wie *3* aussehen; die Knochenröhre ist von verschiedener Dicke, stets am dicksten in der Mitte; in *6* ist sie so dick geworden, daß sie sich in der Mitte geschlossen hat so daß der Knorpel in zwei kegelförmige Partien geteilt ist. — Orig.

Knochenschicht (Fig. 439 u. 440), die allmählich mächtiger wird und in den Knorpel dringt, der aufgelöst wird und gewöhnlich mehr oder weniger vollständig verschwindet (es ist hervorzuheben, daß das Knorpelgewebe nicht zu Knochengewebe umgebildet wird, sondern neugebildetes Knochengewebe dringt in den vorher von dem Knorpel eingenommenen Raum ein). An anderen Stellen bilden sich Deckknochen (Fig. 441), die den Knorpel überdecken ohne zu ihm in

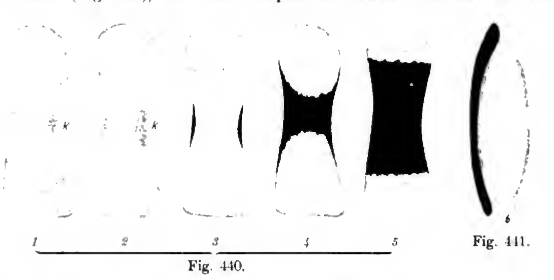


Fig. 440. Fig. 441.

Fig. 440. Skeletstücke eines Säugetier-Embryos auf verschiedenen Entwicklungsstufen, in Verknöcherung begriffen. Leicht schematisiert. *1* und *2* von der Oberfläche gesehen, die anderen Längsschnitte (Knorpel grau, Knochen schwarz). *k* Knochensubstanz. In *3* ist nur eine kurze dünne Knochenröhre um die Mitte des Knorpels gebildet, in *4* hat sich die Knochenröhre nach beiden Enden weiter ausgedehnt und in der Mitte des Skeletstückes ist der Knorpel in recht großer Ausdehnung verdrängt worden; in *5* ist mehr als die Hälfte des Knorpels durch Knochensubstanz ersetzt. — Orig.

Fig. 441. Querschnitt des Unterkiefers eines Fisches mit einem Deckknochen (schwarz), der dem Meckelschen Knorpel (grau) angelagert ist; letzterer ist von einer Bindegewebsschicht umhüllt. — Orig.

nähere Beziehung zu treten, ebenso wie auch im Bindegewebe Knochen gebildet werden können ohne daß Knorpel in der Nähe ist. — Die Knochengebilde entstehen stets aus Zellen, die zunächst dem Bindegewebe angehören.

Wir betrachten zunächst das Skelet des Stammes, d. h. des Körpers mit Ausschluß der Gliedmaßen, und von demselben wieder zuerst dasjenige des Rumpfes und Schwanzes, zunächst das Rückgrat. Bei gewissen Fischen (Fig. 442, *A—B*) ist die Chorda ein zylindrischer Stab, von einer dicken bindegewebigen Scheide umgeben, der sich oben eine Reihe kurzer dachförmiger Körperchen anschließen, die oberen Bogen, die das Rückenmark überdecken; im Schwanz (*B*) finden sich auch unten ähnliche, die großen Gefäßstämme des Schwanzes umschließende Körper, die unteren Bogen, die am Rumpf (*A*) durch je ein Paar kleiner unverbundener Knorpelstücke vertreten sind. Gewöhnlich (*C—D*) dehnen sich aber schon bei den Fischen die oberen und unteren Bogen derartig über die Chorda hin aus, daß letztere rings umschlossen wird und die Chordascheide nur in Gestalt schmaler Ringe hervortritt. Einen oberen und einen unteren Bogen mit dem von ihnen umschlossenen Chordastück nennt man einen Wirbel; denjenigen Teil,

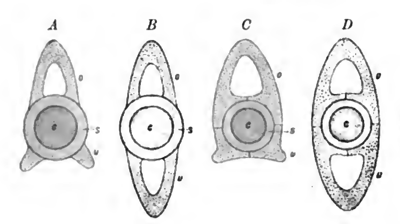


Fig. 442. Querschnitte des Rückgrats, *A—B* ursprünglicher, *C—D* abgeleiteter Zustand. *A* und *C* Rumpf, *B* und *D* Schwanz. Vergl. im übrigen den Text. *c* Chorda, *s* Chordascheide, *o* obere, *u* untere Bogen, *k* Wirbelkörper. — Orig.

welcher die Chorda umschließt, nennt man den Wirbelkörper. Bei den übrigen Wirbeltieren schwindet die Chorda meistens im Laufe der Entwicklung vollständig oder größtenteils, so daß nur die genannten umschließenden Teile übrig bleiben. Von den Wirbeln entspringen meistens verschiedene Fortsätze; oben in der Mitte des Bogens der Dornfortsatz, seitlich Querfortsätze, weiter Gelenkfortsätze mit Gelenkflächen, die sich an entsprechende des folgenden Wirbels anlegen, etc. An die Wirbel des Rumpfes — meistens mit Ausnahme der vordersten und hintersten — heften sich Rippen, ein Paar an jeden Wirbel. Es sind dies knorpelige oder knöcherne gebogene Stäbe, die als Stützen in der Körperwand liegen; unten verbinden sie sich bei den höheren Wirbeltieren teilweise mit einem Brustbein (*Sternum*), einem unpaaren (bei den Vögeln und Säugetieren teilweise oder fast vollständig verknöcherten) Knorpel, der seinen Platz unten in der Körperwand hat; bei den Fischen fehlt er, bei den Amphibien ist er zwar vorhanden, steht aber nicht mit den Rippen in Zusammenhang. — Bei den höheren Wirbeltieren (Reptilien, Vögeln, Säugetieren, teilweise auch schon bei den Amphibien) zerfällt die Reihe der Rumpfwirbel in mehrere Abschnitte: 1. die Halswirbel, ohne Rippen oder mit kleinen Rippen, 2. die Brustwirbel mit wohlentwickelten Rippen, 3. die Lendenwirbel, rippenlose Wirbel, die auf die Brustwirbel folgen, 4. die Sacralwirbel, an denen das Becken befestigt ist; solche Abschnitte lassen sich dagegen bei den Fischen nicht unterscheiden, deren Rumpfwirbel sich gewöhnlich alle in der Hauptsache gleich verhalten.

Längs des oberen Randes der oberen Bogen verläuft der Wirbelsäule entlang bei den Fischen eine zusammenhängende, oft sehr starke elastische Längsschnur; bei manchen ist sie von den Bogen umwachsen und verläuft durch ein Loch oben in denselben. Bei den höheren Wirbeltieren erstreckt sich dieses Band nicht mehr über die ganze Wirbelsäule, doch sind manchmal ansehnliche Ueberreste desselben vorhanden; beim Strauß z. B. ist es in eine große Anzahl getrennter Stücke geteilt, die von dem einen Wirbelbogen zum anderen gehen (am stärksten sind sie auf gewissen Teilen des Halses, finden sich aber noch ganz hinten auf dem Schwanz); bei manchen Säugetieren, z. B. beim Pferd, ist es durch das große gelbe „Nackenband“ vertreten, das von dem Schädel und den Halswirbeln nach den Brustwirbeln geht und den Kopf trägt.

Die Grundlage des Skelets des Kopfes wird von einer festen Kapsel gebildet, die das Gehirn umschließt, in deren Wand die Gehör-

organe eingebettet sind und die außerdem für die Seh- und Geruchsorgane eine Stütze abgibt: die Schädelkapsel, deren untere Wand in der Fortsetzung der Reihe der Wirbelkörper liegt und beim Embryo das vordere Ende der Chorda einschließt. Die Kapsel besteht beim Embryo zuerst stets aus Knorpel (nebst Bindegewebe, das kleinere oder größere Oeffnungen der Knorpelkapsel ausfüllt), beim ausgebildeten Tiere gleichfalls zuweilen aus diesem Gewebe allein, während bei der Mehrzahl der Wirbeltiere der Knorpel teilweise, meistens zum allergrößten Teil, im Laufe der Entwicklung durch Knochengewebe ersetzt wird. Es handelt sich dabei einerseits um eine Verknöcherung des Schädelknorpels (vergl. S. 442), andererseits entwickelt sich aber die Knochenmasse des Schädels in Form von Platten, Deckknochen (Belegknochen), die in dem umgebenden Bindegewebe entstehen und sich äußerlich dem Schädel anlegen, indem sie teils die obengenannten von Bindegewebe ausgefüllten Oeffnungen, teils auch den Knorpel selbst überdecken, welch letzterer zuweilen (z. B. bei manchen Knochenfischen) in größerer oder geringerer Ausdehnung unter den Deckknochen erhalten bleibt, während er in anderen Fällen verschwindet. Der ausgebildete Schädel besteht demnach teils aus Knochenteilen, die sich im Knorpel entwickelt haben, teils aus Deckknochen: erstere bestehen aus einer Anzahl gesonderter Knochenstücke (durch Ueberreste des Knorpels verbunden, während die Deckknochen durch Bindegewebe verbunden sind), und der knöcherne Schädel ist somit aus vielen getrennten Knochen zusammengesetzt, die übrigens öfters bei alten Tieren zum Teil oder alle miteinander verschmelzen. — Für zahlreiche Wirbeltiere charakteristisch ist das Vorhandensein eines großen knöchernen Gewölbes, des Schläfendaches, das von der Oberseite des Schädels entspringt und sich über die große muskelerfüllte Partie (die Schläfe) hinter dem Auge hinaus erstreckt und dieselbe überdeckt. Dieses Gewölbe findet sich in der beschriebenen Form bei Lungenfischen, manchen Amphibien und Reptilien; bei anderen (Reptilien, Säugetieren etc.) sind große Teile desselben geschwunden und die Reste in der Form der sogenannten Schläfenbogen oder Jochbogen übrig geblieben (vergl. die einzelnen Abteilungen).

An den Schädel schließt sich jederseits eine Anzahl Visceralbogen (Fig. 490 *A*, S. 496), die ebenso wie der Schädel anfänglich knorpelig sind; es sind bogenförmige Körper, die wie die Spanten eines Schiffsrumpfes in der Mundhöhlenwand liegen: unten stoßen sie entweder direkt (der vorderste Visceralbogen) mit den entsprechenden der anderen Seite zusammen oder verbinden sich mit einer Reihe (oder einem einzigen) unpaarer Knorpel- oder Knochenstücke (*Copulae*). Der erste Visceralbogen, der Kieferbogen, ist kräftiger als die folgenden und ist geteilt in eine obere Partie, den Gaumenknorpel (*Palato-Quadratum*), der sich bei den meisten Wirbeltieren so eng an den Schädel anschließt, daß er als ein Teil desselben erscheint, und eine untere Partie, den Unterkieferknorpel, der mit der oberen Partie beweglich verbunden ist. Auch der folgende Bogen, der Zungenbeinbogen, ist gewöhnlich kräftig entwickelt. Die übrigen Visceralbogen werden als Kiemenbogen bezeichnet; bei den Fischen und den Amphibienlarven sind gewöhnlich 4, 5 oder mehr Kiemenbogen jederseits vorhanden, während man sonst bei den Wirbeltieren deren gewöhnlich höchstens 1 oder 2

findet. Ebenso wie andere Teile des Skelets verknöchern die Visceralbogen bei den meisten Wirbeltieren im Laufe der Entwicklung ganz oder teilweise oder werden von Deckknochen überdeckt (Gaumen-, Flügel- und Quadratbein treten z. B. an die Stelle des Gaumenknorpels; das hintere Ende des Unterkieferknorpels verknöchert, während der Rest von Deckknochen umhüllt wird, etc.). — Von den Visceralbogen unabhängig sind die Ober- und Zwischenkiefer, paarige Knochen, die bei den meisten Wirbeltieren vorhanden sind und die vordere (obere) Begrenzung des Mundrahmens bilden: sie entwickeln sich im Bindegewebe, und es gehen ihnen keine knorpeligen Teile voraus.

Skelet der Gliedmaßen. Die vorderen Gliedmaßen sind mit dem Körper durch den Schultergürtel verbunden, der auf jeder Seite aus einem knorpeligen oder knöchernen Bogen besteht, der in den vordersten Teil des Rumpfes eingelagert ist: zuweilen gehen beide Bogen unten direkt ineinander über, meistens sind sie aber getrennt. Gewöhnlich zerfällt jeder Bogen, wenn er verknöchert ist, in einen oberen Abschnitt (oberhalb der Einlenkungsstelle der Gliedmaße, des Schultergelenks), die *Scapula* (Schulterblatt), und einen unteren, das *Coracoideum* (Rabenschnabelbein); vor dem letzteren findet man häufig noch einen besonderen Knochen, die *Clavicula* (Schlüsselbein). Coracoid und Schlüsselbein heften sich, wenn ein Brustbein vorhanden ist, gewöhnlich mit ihrem unteren Ende an dieses. — Das Skelet der Vordergliedmaßen selbst bildet bei den Fischen eine Platte, die aus radial angeordneten Knorpel- oder Knochenstücken zusammengesetzt ist (Näheres siehe unten bei den Fischen). Bei den übrigen Wirbeltieren hat das Skelet der Vordergliedmaßen einen augenfälligen gemeinsamen Typus: Am Schultergürtel ist mit seinem einen Ende ein länglicher Knochen, der *Humerus* (Oberarmbein), eingelenkt; an sein unteres Ende schließen sich zwei ebenfalls längliche Knochen, die nebeneinander liegen, der *Radius* (Speiche) und die *Ulna* (Elle), zusammen den Unterarm bildend; die Ulna hat gewöhnlich an ihrem oberen Ende einen das obere Ende des Radius überragenden Fortsatz (*Olecranon*, Ellenbogen). Am unteren Ende des Unterarmes findet sich die Handwurzel (*Carpus*), die aus einer Anzahl kleiner Knorpel- oder Knochenstücke besteht; bei vollständiger Ausbildung ist die Handwurzel durch zwei Querreihen von Knorpeln oder Knochen repräsentiert, mit drei Stücken in der oberen, an den Unterarm grenzenden Reihe (*Radiale, Intermedium, Ulnare*) und fünf in der unteren Reihe, einem für jeden Mittelhandknochen (1., 2., 3., 4. und 5. *Carpale*); endlich ist zwischen beiden Reihen ein kleiner Knochen (Knorpel) eingeschoben, das *Centrale* (selten sind zwei Centralia vorhanden). An die Hand-

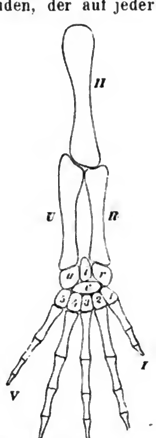


Fig. 443. Schema des Skelets der Vordergliedmaße der Wirbeltiere (mit Ausnahme der Fische). *H* Humerus, *R* Radius, *U* Ulna, *u* Ulnare, *i* Intermedium, *r* Radiale, *c* Centrale, *1–5* Carpale No. 1, 2 etc.; *I*, *V* erster, fünfter Finger. — Orig.

wurzelknochen, die mannigfachen Modifikationen unterworfen sind, schließen sich 5 (oder eine geringere, seltener eine größere Anzahl) Reihen von Knorpel- oder Knochenstücken, von denen das proximale jeder Reihe als *Metacarpale* (Mittelhandknochen), die anderen als *Phalanges* bezeichnet werden. Während die Mittelhandknochen gewöhnlich dicht aneinander liegen und von einer gemeinsamen Haut umschlossen werden, sind die Phalangen-Reihen meistens größtenteils frei (Finger).

Der Beckengürtel, der für die Hintergliedmaßen dieselbe Rolle spielt wie der Schultergürtel für die Vordergliedmaßen, ist ein unpaarer oder paariger Knorpel- oder Knochenbogen, an dem die Hintergliedmaßen eingelenkt sind. Es steht bei den Fischen nicht mit der Wirbelsäule in Verbindung; bei den übrigen Wirbeltieren ist er dagegen oben an jeder Seite mit einem oder mehreren Wirbeln, den Sacralwirbeln, verbunden. Aehnlich wie der Schultergürtel zerfällt er — von den Fischen abgesehen — jederseits in einen oberen Abschnitt, oberhalb der Einlenkungsstelle der Hintergliedmaßen (des Hüftgelenkes), das *Os ilei* (Darm- oder Hüftbein), und einen unteren Abschnitt, der jedoch wieder in einen vorderen und einen hinteren, das *Os pubis* (Schambein) und das *Os ischii* (Sitzbein), geteilt ist; letztere stoßen in der Regel unten in der Mittellinie mit den entsprechenden der entgegengesetzten Seite zusammen (Symphyse). Darm-, Scham- und Sitzbein sind jedenfalls bei jüngeren Tieren durch je einen besonderen Knochen vertreten, der durch Knorpel (woraus ursprünglich das ganze Becken besteht) mit den anderen zusammenhängt; später verschmelzen häufig alle drei miteinander. — Das Skelet der Hintergliedmaßen schließt sich eng an das der Vordergliedmaßen an, und zwar sowohl bei den Fischen als bei den übrigen Wirbeltieren; wir haben bei letzteren ein *Femur* (Oberschenkelbein), dem Humerus entsprechend: einen Unterschenkel (dem Unterarm entsprechend), bestehend aus einer *Tibia* (Schienbein) und einer *Fibula* (Wadenbein), einer Fußwurzel (*Tarsus*), aus zwei Reihen von Knochen (in der oberen Reihe: *Tibiale*, *Intermedium*, *Fibulare*; in der unteren: 1. bis 5. *Tarsale*) und einem *Centrale* (selten 2) bestehend, 5 *Metatarsalia* (Mittelfußknochen) und 5 Zehen, jede aus mehreren *Phalanges* zusammengesetzt.

Ueber das Skelet der unpaaren Flossen und über den Anschluß des Skelets der paarigen Flossen, der Gliedmaßen, an dasselbe vergl. die Fische.

Die Knochen- oder Knorpelstücke sind zuweilen einfach durch eine zwischenliegende Bindegewebsschicht oder (seltener) durch Knorpel miteinander verbunden, und es besteht dann meistens nur eine geringe Beweglichkeit zwischen den betreffenden Teilen. Wenn die Beweglichkeit größer ist, so ist in der Regel ein Gelenk vorhanden, d. h.

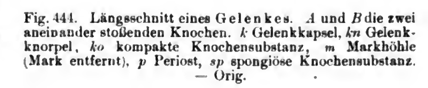


Fig. 441. Längsschnitt eines Gelenkes. *A* und *B* die zwei aneinander stoßenden Knochen. *k* Gelenkkapsel, *kn* Gelenkknorpel, *ko* kompakte Knochensubstanz, *m* Markhöhle (Mark entfernt), *p* Periost, *sp* spongiöse Knochensubstanz. — Orig.

die Knochen- und Knorpelstücke sind an der Stelle, wo sie aneinander stoßen, durch einen spaltförmigen, mit einer geringen Menge Flüssigkeit erfüllten Hohlraum, die Gelenkhöhle, getrennt und nur um letztere herum durch Bindegewebe verbunden (Gelenkkapsel). Die zusammenstoßenden Flächen der betreffenden Skeletstücke, die Gelenkflächen, sind stets glatt und einander angepaßt, im übrigen aber von sehr verschiedener Form; handelt es sich um Knochenstücke, so sind die Flächen fast immer von einer dünnen Knorpellage (Gelenkknorpel) bedeckt, einem Ueberrest des Knorpels, aus dem ursprünglich das ganze Skeletstück bestanden hat. Oft ist das Bindegewebe in der Umgebung des Gelenks teilweise zu festeren Strängen entwickelt, die von einem Knochen zum anderen gehen: Bänder, Ligamente. — Wenn man von den Gelenkflächen absieht, sind die Knochen überall von einer in der Regel aus straffem (fibrösem) Bindegewebe bestehenden Periost (Knochenhaut) bekleidet, die Knorpelstücke ähnlich von einem Perichondrium (Knorpelhaut).

Die Knochen bestehen nicht aus Knochengewebe allein, sondern aus diesem Gewebe in Verein mit Bindegewebe, das in manchen Fällen nach dem Rauminhalt die Hauptmasse des Knochens ausmacht. Bei den Knochenfischen (vergl. Fig. 77, 4—5, S. 94) bestehen die Knochen sehr allgemein aus dünnen Platten von Knochengewebe, die in größeren oder geringeren Abständen übereinander gelagert und durch andere dünne Platten, die die Spalten überbrücken, verbunden sind, so daß das Ganze manchmal an eine Bienenwabe erinnert. (In anderen Fällen, bei großen Fischen, können die Knochen teilweise kompakter werden und mehr z. B. an die der Säugetiere erinnern.) Bei den höheren Wirbeltieren unterscheidet man eine spongiöse Knochensubstanz, aus dünnen Platten und feinen Balken zusammengesetzt mit reichlichem, oft fetthaltigem Bindegewebe dazwischen, und eine kompakte Knochensubstanz, die hauptsächlich aus Knochengewebe besteht, in welcher jedoch zahlreiche feine Kanäle (Havers'sche Kanäle) vorhanden sind, die Bindegewebe und Gefäße enthalten. Gewöhnlich ist es derart, daß die Knochen außen aus einer dünneren oder dickeren Schicht kompakter Knochensubstanz, zuinnen aus spongiöser Substanz bestehen. In der Mitte größerer Knochen ist oft ein großer Hohlraum vorhanden, die Markhöhle, die von gewöhnlich sehr fetthaltigem Bindegewebe, dem Marke, angefüllt ist. — In den Knorpelstücken ist gewöhnlich eine geringe Anzahl feiner Kanäle vorhanden, die Bindegewebe und Gefäße enthalten; im übrigen bilden sie aber eine kompakte Masse.

Da das Skelet der Wirbeltiere ein inneres ist, liegt die Muskulatur natürlich zumeist außen vom Skelet. Man teilt die Muskeln in diejenigen des Stammes und der Gliedmaßen ein. Bei Amphioxus und den Fischen bestehen die Muskeln des Stammes hauptsächlich aus großen, zusammenhängenden, an der Seite von Rumpf und Schwanz gelagerten Längsmuskelmassen, die nicht in ein sehr nahes Verhältnis zum Skelet treten und durch dünne, bindegewebige Scheidewände in eine Anzahl Segmente (Myomeren) zerfallen; außerdem sind kleinere Muskeln zur Bewegung des Visceralskelets, der Flossenstrahlen etc. vorhanden. Die Gliedmaßenmuskeln sind bei den Fischen gewöhnlich nur schwach entwickelt. Aehnliche Verhältnisse wie bei den Fischen bestehen zum Teil auch bei den Amphibien, während bei den höheren Wirbeltieren sowohl die Stammes- wie die Gliedmaßenmuskulatur

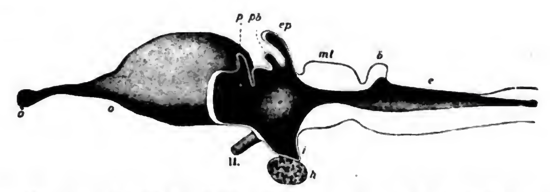


Fig. 445. Gehirn eines Wirbeltieres, der Länge nach in der Mitte vertikal durchschnitten. Schema. *b* Hinterhirn, *e* Nachhirn, *ep* Epiphyse, *h* Hypophyse, *i* Trichter. *mi* Mittelhirn, *o—o* Riechkolben, *p* Paraphyse, *pb* Parietalorgan, *r* Rückenmark, *v* Vorderhirn, *II* Sehnerv.

größtenteils in zahlreiche selbständige Muskeln gesondert ist, die von einem Knochen zum anderen gehen und an den Enden mit diesen eng verbunden sind; dabei sind die Gliedmaßenmuskeln in der Regel mächtig entwickelt. — Die Muskeln bestehen aus quergestreiften Muskelfasern, die von Bindegewebe zusammengehalten werden. An den Enden gehen sie häufig in Sehnen über, die aus straffem Bindegewebe bestehen; nicht selten sind die Sehnen, besonders bei Säugetieren und Vögeln, von ansehnlicher Länge. Zuweilen können die Sehnen in größerer oder geringerer Ausdehnung verknöchern; besonders entwickeln sich oft in demjenigen

Fig. 446.

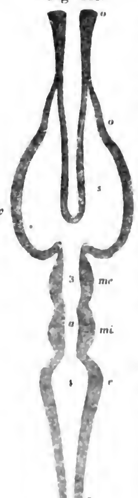
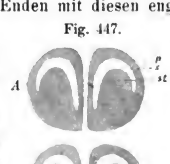


Fig. 446. Horizontaler Schnitt durch das Gehirn eines Wirbeltieres. Schema. *a* Hohlraum des Mittelhirns (Aquaeductus Sylvii), *e* Nachhirn, *me* Zwischenhirn, *mi* Mittelhirn, *o—o* Riechkolben, *r* Rückenmark, *s* Hohlraum des Vorderhirns („Seitenventrikel"), *v* Vorderhirn, *3* Hohlraum des Zwischenhirns („dritter Hirnventrikel"), *4* do. des Nachhirns („vierter Hirnventrikel").

Fig. 447.





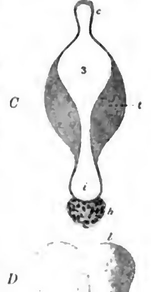
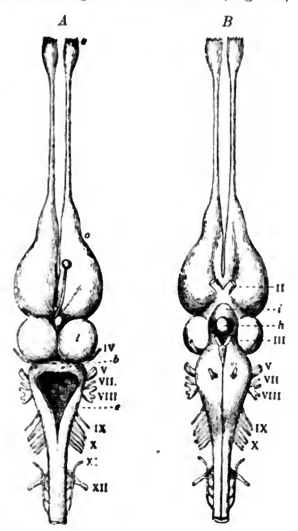


Fig. 447. Schematische Querschnitte eines Wirbeltier-Gehirns. *A—B* des Vorderhirns, *C* des Zwischenhirns, *D* des Mittelhirns, *E* des Nachhirns. *a* Aquaeductus Sylvii (vergl. Fig. 446), *e* Epiphyse, *h* Hypophyse, *i* Trichter, *l* Lobus opticus, *p* Pallium, *s* Seitenventrikel, *st* Stammganglion, *t* Sehhügel, *3* dritter Ventrikel, *4* vierter Ventrikel.

Teil einer Sehne, der über einen Knochen hinweggleitet, kleine sogenannte Sesambeine, mit einer dem Knochen zugekehrten überknorpelten Fläche; ein solches Sesambein ist z. B. die Kniescheibe der Vögel und Säugetiere.

Das Zentralnervensystem der Wirbeltiere wird, wie früher erwähnt, als eine rinnenförmige Einsenkung des Ectoderms (Fig. 69, S. 70) längs der Rückenseite des Embryos angelegt, die sich von dem übrigen Ectoderm abschnürt und als eine Röhre unterhalb der Haut vom einen Ende des Tieres zum anderen zieht. Der vorderste Teil der Röhre hat seinen Platz im Kopfe und wird in besonderer Weise gestaltet: das Gehirn; der übrige Teil, das Rückenmark, liegt im Wirbelkanal. Das Lumen der Röhre bleibt das ganze Leben hindurch bestehen, als ein enger Kanal (der Centralkanal) im Rückenmark, in Gestalt ausgedehnter Hohlräume (Ventrikel) im Gehirn.



Das Gehirn ist also anfänglich eine einfache Röhre, die jedoch umgebildet und in mehrere Abschnitte gesondert wird. Abgesehen vom Amphioxus, dessen Gehirn nur wenig entwickelt ist (siehe denselben), kann man bei allen Wirbeltieren ohne Schwierigkeit einen gemeinsamen Grundplan erkennen. Man teilt gewöhnlich das Gehirn in 5 Abschnitte: Vorder-, Zwischen-, Mittel-, Hinter- und Nachhirn, die

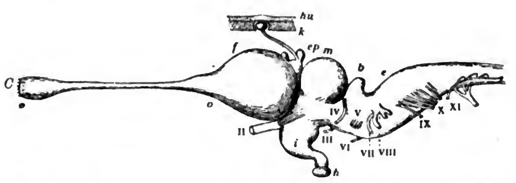


Fig. 448. Reptilien-Gehirn von oben (*A*), von unten (*B*) und von der linken Seite (*C*) gesehen. Etwas schematisiert. *b* Hinterhirn, *e* Nachhirn, *ep* Epiphyse, *f* Vorderhirn, *h* Hypophyse, *hu* Haut, *i* Trichter, *k* Schädelwand mit einem Loch, in dem die Endblase des Parietalorgans liegt (vor dem Parietalorgan die Paraphyse); *l* Lobus opticus, *m* Mittelhirn, *o—o* Riechkolben. *II—XII* Gehirnnerven (s. S. 452–53). In *A* sieht man in der Mitte der Figur hintereinander die Paraphyse, das Parietalorgan und die Epiphyse.

der eine hinter dem anderen liegen; die beiden letztgenannten bilden jedoch in der Tat nur einen Abschnitt, das Hinterhirn ist lediglich eine Partie des Nachhirns.

Das Vorderhirn, der vorderste Gehirnabschnitt, ist bei den meisten Fischen unpaar, bei anderen Wirbeltieren aber durch eine tiefe Einfaltung, die als eine mediane Spalte sich von oben und vorne in ihn einsenkt, in zwei sog. Hemisphären geteilt. Vom vordersten Ende des Vorderhirns entspringen zwei schmälere Fortsätze — einer von jeder Hemisphäre, wenn solche ausgebildet sind —, die Riechkolben (*Lobi olfactorii*), die bei einigen (z. B. den Säugetieren), wo die Riechorgane dem Gehirn nahe liegen, kurz sind, während sie bei anderen (z. B. Fischen, Reptilien, Vögeln), deren Riechorgane weit vom Gehirn entfernt liegen, zu langen dünnen nervenähnlichen Fäden ausgezogen werden, die vorn mit einer Anschwellung endigen. Die ventralen Wandungen des Vorderhirns sind verdickt und bilden die sog. Stammganglien (*Corpora striata*), die oft in den Hohlraum weit hineinragen; die dorsale Wand (*Pallium*) ist bald ganz dünn, bald stark verdickt (siehe die einzelnen Gruppen). Das Vorderhirn ist gewöhnlich der größte Gehirnabschnitt.

Das Zwischenhirn, das auf das Vorderhirn folgt, hat eine dünne obere und eine dünne untere Wand, während die Seitenwände stark verdickt sind: diese verdickten Teile werden als Sehhügel (*Thalami optici*) bezeichnet. Von der oberen dünnen Wand entspringt eine Reihe von drei unpaaren Ausstülpungen: zuvorderst, an der Grenze des Vorderhirns, die sehr gefäßhaltige Paraphyse, weiter hinten zuerst das Parietalorgan (das jedoch häufig fehlt) und letzterem dicht angelagert die Epiphyse („Zirbel", „*Glandula pinealis*"), die gewöhnlich als eine kleine Warze an der Oberfläche des Gehirns hervortritt (über die Verbindung des Parietalorgans und der Epiphyse mit rudimentären oder ausgebildeten Sinnesorganen siehe S. 458—59). Von der unteren Wand des Zwischenhirns entspringt eine unpaare Ausstülpung, der Trichter (*Infundibulum*), an der unten die Hypophyse („*Glandula pituitaria*") angeheftet ist, ein größerer oder kleinerer drüsenähnlicher Körper, der einen anderen Ursprung hat als das übrige Gehirn, indem er als eine Einstülpung des Epithels der Mundhöhle gebildet wird [1]. Der Trichter ist bei vielen niederen Wirbeltieren von ansehnlichem Umfang und mit mehreren Ausstülpungen (*Saccus vasculosus*, *Lobi inferiores*) versehen. Vor der Hypophyse entspringen die Sehnerven. Das Zwischenhirn tritt oben nur

Fig. 449. Zentralnervensystem einer Schildkröte. *a* und *a'* Anschwellung an den Stellen, wo die Gliedmaßennerven entspringen, *e* Epiphyse, *h* Hinterhirn, *m* Mittelhirn, *n* Nachhirn, *r* Vorderhirn. — Nach Bojanus.

1) Die Hypophyse enthält zahlreiche drüsenartige Schläuche und Zellenstränge, die jedoch nicht mit der Mundhöhle in Verbindung stehen; über die Bedeutung der Hypophyse siehe unten S. 475.

wenig an der Oberfläche des Gehirns hervor; das Vorderhirn und das Mittelhirn decken es oft völlig.

Das Mittelhirn ist sowohl in seiner dorsalen als in der ventralen Wand verdickt; oben längs der Mitte ist es mit einer Längsfurche versehen, und die Oberseite erscheint oft in Gestalt zweier abgerundeter Hügel (*Lobi optici* genannt, weil Fasern der Sehnerven sich vom Zwischenhirn in dieselben hinein erstrecken). Bei den meisten Wirbeltieren ist das Mittelhirn ziemlich stark entwickelt, bei einem Teil der Fische ist es sogar der größte Abschnitt des Gehirns.

Das Nachhirn hat eine sehr dünne obere Wand, die ebenso wie gewisse Teile des Zwischenhirns nur aus einem einschichtigen Epithel besteht; dagegen sind die Seitenwände und die ventrale Wand dick. Vorn wird die dünnwandige Partie bei den Amphibien u. a. von einem etwas verdickten Rand begrenzt, der bei anderen Wirbeltieren eine stärkere Ausbildung erlangt: Hinterhirn, *Cerebellum*. Das Hinterhirn ist bei manchen so stark entwickelt, daß es sich über den Rest des Nachhirns zurücklegt (Vögel, Säugetiere u. a.); auch das Mittelhirn kann es ganz oder teilweise überdecken. Alle Gehirnnerven mit Ausnahme der Riech- und Sehnerven entspringen dem Nachhirn.

Die unpaare Höhlung des Vorderhirns nennt man *Ventriculus medius*, die Höhlungen der Hemisphären *Ventriculi laterales*, die Höhlung des Zwischenhirns *Ventriculus tertius*, des Mittelhirns *Aquaeductus Sylvii*, des Nachhirns *Ventriculus quartus*.

Das Nachhirn (das auch den Namen des „verlängerten Marks“, *Medulla oblongata*, trägt) geht ohne Grenze in das Rückenmark über, indem die dorsale dünnwandige Partie allmählich schmäler wird und schließlich verschwindet. Das Rückenmark erstreckt sich durch den Wirbelkanal als ein gewöhnlich ungefähr zylindrischer Stab, der hinten verschmälert und zugespitzt ist; am Ursprung der Nerven, die zu den Gliedmaßen gehen, ist er gewöhnlich etwas verdickt. Abgesehen vom Amphioxus und den Fischen ist das Rückenmark an seiner ventralen Seite mit einer gewöhnlich spaltförmigen Längsfurche versehen, die sich meistens bis nahe an den Centralkanal erstreckt.

Gehirn und Rückenmark sind aus zwei schon für das bloße Auge verschiedenen Bestandteilen zusammengesetzt, der grauen und der weißen Substanz. Die graue Substanz besteht aus Ganglienzellen, die von einem eigentümlichen, dem Ectoderm entstammenden Gewebe, *Neuroglia*, zusammengehalten werden; letzteres ist aus Zellen zusammengesetzt, welche mit langen Fortsätzen ausgestattet sind, die sich zum Teil stark verästeln und netzförmig verbinden. Die weiße Substanz besteht aus Nervenfasern, die ebenfalls durch Neuroglia verbunden werden. Im Rückenmark liegt die graue Substanz wesentlich zentral, von der weißen umgeben; im Gehirn liegt die graue Substanz zum Teil auch an der Oberfläche. Bündel querverlaufender Nervenfasern gehen sowohl im Gehirn als im Rückenmark von einer Hälfte in die andere; sie werden Commissuren genannt.

Oft, z. B. bei den Säugetieren, reicht das Rückenmark beim ausgebildeten Tier nicht durch den ganzen Wirbelkanal bis in dessen hintersten Teil, indem die ursprünglichen Lagerungsverhältnisse dadurch eine Verschiebung erleiden, daß die Wirbelsäule stärker wächst als das Rückenmark und letzteres, das vorn fixiert ist, dann nicht den ganzen Kanal ausfüllen kann, so daß dieser hinten leer wird. Die Folge hiervon ist wieder, daß

die zwischen den hinteren Wirbeln austretenden Nerven von ihrem Ursprung an eine Strecke weit innerhalb des Wirbelkanals verlaufen.

Zwischen Gehirn und Rückenmark einerseits und den umgebenden Skeletteilen (Schädel, Wirbelsäule) andererseits ist eine Bindegewebsschicht von verschiedener Dicke und Ausbildung vorhanden. Bei den Fischen zerfällt diese in zwei Membranen, eine äußere, dem Wirbelkanal und dem

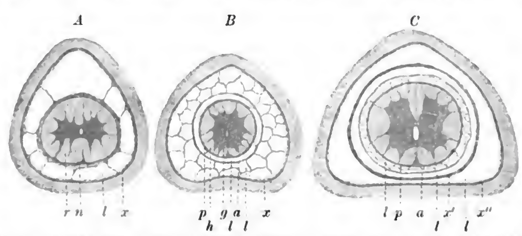


Fig. 450. Querschnitt des Rückenmarks und der umgebenden Bindegewebshäute. *A* von einem Fisch, *B* von einem Amphibium, Reptil oder Vogel, *C* von einem Säugetier. *a* Arachnoidea, *g* graue Substanz, *h* weiße Substanz, *l* Lymphraum, *n* Entomeninx, *p* Pia mater, *x* Exomeninx, *x'* innere, *x''* äußere Lage von *x*. — Nach Wiedersheim.

Schädel zunächst, die *Exomeninx* oder *Dura mater,* und eine innere, dem Gehirn und Rückenmark zunächst, die *Entomeninx*; sie sind durch Lymphräume getrennt; im Schädel ist die Exomeninx sehr dick, gallertig oder fetthaltig. Bei Amphibien, Reptilien und Vögeln hat die Entomeninx sich in zwei durch Lymphräume getrennte Häute gesondert: die gefäßreiche *Pia mater* und die *Arachnoidea,* die man auch bei den Säugetieren wiederfindet, wo im Bereiche des Rückenmarks weiter eine ähnliche Spaltung der Exomeninx stattgefunden hat, die in eine äußere und eine innere. durch Lymphräume getrennte Lage zerfällt.

Die dünnwandigen Teile des Zwischenhirns sowie die obere dünne Wand des Nachhirns sind allgemein mit stark entwickelten netzförmig verbundenen Gefäßen, sog. Gefäßgeflechten, *Plexus chorioidei,* ausgestattet, die oft die betreffenden Teile tief in den Hohlraum des Gehirns einstülpen; auch in die Paraphyse erstreckt sich ein solcher Plexus hinein. Die betreffenden Plexus müssen als stark entwickelte Partien der Pia aufgefaßt werden.

Vom Gehirn entspringt (Fig. 448) eine Anzahl Nervenpaare, die teils Sinnesnerven (Tast-, Riech-, Seh- und Hörnerven), teils Bewegungsnerven sind; sie haben ihre hauptsächlichste Verbreitung am Kopf. Man unterscheidet gewöhnlich 12 Gehirnnervenpaare. Von diesen sind die Riechnerven (*Nervi olfactorii*), die sich mit den Riechkolben verbinden, das erste (I), die Sehnerven (*Nervi optici*) das zweite (II). Die Sehnerven kreuzen sich an ihrem Ursprung: der Sehnerv des rechten Auges entspringt links von der Mittellinie und umgekehrt. Am einfachsten verhält sich diese Kreuzung (*Chiasma*) bei manchen Knochenfischen, bei denen beide Nerven sich einfach kreuzen, ohne miteinander in nähere Verbindung zu treten. Bei den meisten anderen Wirbeltieren tauschen dagegen die Sehnerven an der Kreuzungsstelle Nervenfasern aus, so daß

zwar die Hauptmasse des von der rechten Seite entspringenden Nerven an das linke Auge tritt, aber einige seiner Nervenfasern an der Kreuzungsstelle umbiegen und in den anderen Sehnerven übergehen, der seinerseits einige Nervenfasern an den ersteren abgibt. Alle folgenden Nervenpaare, mit Ausnahme von Nr. XII, entspringen vom Nachhirn. Von diesen sind Nr. III, IV und VI (*N. oculomotorius, trochlearis* und *abducens*) kleine Nerven, die zu den Augenmuskeln gehen. Nr. V (*N. trigeminus*) ist ein großer Nerv, der „gemischt", hauptsächlich jedoch Sinnesnerv (Tastnerv) ist und sich über große Partien des Kopfes verzweigt. Nr. VII, *N. facialis*, und Nr. VIII, *acusticus*, entspringen nahe beisammen; ersterer ist ein gemischter Nerv, der jedoch bei höheren Wirbeltieren wesentlich motorisch wird (geht zu den Gesichtsmuskeln etc.); Nr. VIII ist der Hörnerv, der zum Labyrinth geht. Der folgende größere Nerv ist Nr. X, *N. vagus*, der oft mit zahlreichen Wurzeln entspringt; eng an ihn schließt sich der kleinere Nr. IX (*N. glossopharyngeus*) an, der zum ersten Kiemenbogen, der Zunge etc. geht. Der N. vagus geht zu den anderen Kiemenbogen, aber außerdem zu zahlreichen Organen außerhalb des Kopfes: Herz, Lunge, Speiseröhre, Magen, Darm etc.; bei den Fischen (und Amphibienlarven und gewissen Urodelen) gibt er auch den großen sog. Seitennerven (*Ramus lateralis*) ab, der nach innen von der Seitenlinie verläuft und die Sinneshügel derselben mit Nervenfasern versieht. Nr. XI (*N. accessorius*) ist anfänglich, bei Fischen und Amphibien, ein Ast des Vagus, später wird er selbständig, und seine Ursprungsstellen dehnen sich eine Strecke weit über das Rückenmark aus; er geht zu einigen der Muskeln der Vordergliedmaße. Nr. XII (*N. hypoglossus*) ist eigentlich aus mehreren Rückenmarksnerven gebildet, tritt aber meist aus einem Schädelloch aus; er geht zu den Zungenmuskeln. Mehrere Gehirnnerven sind mit kleineren oder größeren Ganglien, besonders in der Nähe ihres Ursprunges, ausgestattet. — Die Rückenmarksnerven verlassen in der Regel den Wirbelkanal an der Seite zwischen den Wirbeln, ein Paar zwischen je zwei aufeinander folgenden Wirbeln (bisweilen jedoch durch Oeffnungen in den Bogen oder in den bei gewissen Fischen vorhandenen Intercalaria); jeder Nerv entspringt aus dem Rückenmark mit zwei Wurzeln, von denen die obere, dicht an ihrem Ursprung mit einem kleinen Ganglion (Spinalganglion) versehene, ausschließlich sensible Nervenfasern enthält, während die untere ausschließlich aus motorischen Fasern besteht. Die zu den Gliedmaßen gehenden Nerven entstammen einer Anzahl Rückenmarksnerven, die sich miteinander zu sog. *Plexus* verbinden, aus denen dann wieder die Nerven der betreffenden Gliedmaße entspringen (*Pl. brachialis* und *ischiadicus*, für Vorder- resp. Hintergliedmaße). — Ein eigentümliches System von Nerven sind die sog. sympathischen Nerven (Sympathicus), deren Hauptteile ein Paar starker Nervenstränge sind, die unterhalb der Wirbelsäule verlaufen und nur durch kleinere Verbindungsnerven mit dem Rückenmark und Gehirn zusammenhängen. Die sympathischen Nerven, die sich zum Darmkanal und anderen Eingeweiden verzweigen, sind mit zahlreichen Ganglien ausgestattet; die Bewegung der Teile, die von ihnen mit Nervenfasern versehen werden (z. B. der Darmmuskulatur), ist von unwillkürlicher Art.

Ueber die Tast- und Geschmacksorgane der Wirbeltiere siehe den Allgem. Teil S. 25–27.

Die Geruchsorgane sind bei den Fischen ein Paar größere Gruben vorne an der Oberfläche des Kopfes, von einem Epithel ausgekleidet, das Sinneszellen enthält. Bei den übrigen Wirbeltieren sind

die Geruchsorgane nur auf einer frühen Stufe des embryonalen Lebens zwei solche oberflächliche, längliche Gruben (Fig. 461, *Rg*); allmählich wird aber jede von den benachbarten Teilen derartig umwachsen, daß sie zu einer Röhre mit einer vorderen und einer hinteren Oeffnung wird, von denen erstere frei an der Oberfläche des Kopfes, letztere in die Mundhöhle nach innen vom Oberkieferrand mündet (die Zwischen- und Oberkieferbeine entwickeln sich in denjenigen Teilen, welche die Riechgruben überwachsen haben). So wird das vordere Ende des Kopfes von zwei Röhren durchbohrt, die meist dicht nebeneinander gelagert, nur durch eine ziemlich dünne Scheidewand getrennt sind; in den Röhren findet sich dann ein begrenzter Abschnitt, der die Riechzellen enthält. Oft entwickeln sich an der die Röhren auskleidenden Haut große Falten, die innerlich von Knorpel- oder Knochenteilen gestützt werden können (die Nasenmuscheln). Vergl. im übrigen die einzelnen Klassen [1]). — Bei denjenigen Wirbeltieren, deren Geruchsorgane derartig als zwei von der Oberfläche des Kopfes zur Mundhöhle ziehende Röhren ausgebildet sind, dienen sie übrigens noch einer anderen Funktion, indem die atmosphärische Luft durch sie in die Respirationsorgane eintritt.

Das Auge oder der Augapfel besteht zu äußerst im größten Teil seines Umfanges aus der *Sclera* oder *Sclerotica*, die außen von einer festen Bindegewebsschicht von verschiedener Dicke, innen von einer Knorpellage [2]) (die bei den meisten Säugetieren fehlt) gebildet ist; bisweilen sind Verknöcherungen der Sclera vorhanden. In der Sclera ist eine runde Oeffnung vorhanden, die von der durchsichtigen Hornhaut (*Cornea*) ausgefüllt wird, die aus Bindegewebe und einer dünnen Epidermisschicht besteht. Nach innen von der Sclerotica liegt die dunkelgefärbte *Chorioidea* (Gefäßhaut), die mit Blutgefäßen reich versehen ist, nach innen davon wieder der lichtempfindende Teil des Auges, die *Retina* (Netzhaut), die sich mit dem die Sclera und Chorioidea durchbohrenden Sehnerven verbindet. Im Hohlraum des Augapfels befindet sich nach außen zu die kugelige oder linsenförmige (bikonvexe) Linse, die hauptsächlich aus langen, faserförmigen Zellen besteht. Hinter der Linse liegt der Glaskörper (*Corpus vitreum*), eine gallertige Bindegewebsmasse, zwischen der Linse und der Cornea ein mit Lymphe („wässeriger Flüssigkeit", *Humor aqueus*) erfüllter Spaltraum. Vor den Rand der Linse erstreckt sich eine ringförmige Fortsetzung der Chorioidea, die muskulöse, pigmentierte *Iris* (Regenbogenhaut), deren kreisförmig angeordnete Muskelzellen sich bei der Einwirkung des Lichts unwillkürlich zusammenziehen und die Oeffnung verengen, so daß weniger Licht in das Auge

1) Bei gewissen Reptilien und den meisten Säugetieren findet sich in naher Verbindung mit dem Geruchsorgan ein eigentümliches, sack- oder schlauchförmiges paariges Organ, dessen Epithel Riechzellen enthält und das vom Riechnerven Nervenfasern enthält: das Jacobsonsche Organ. Bei den Reptilien (Schlangen und Sauriern) ist es ein kleiner Sack, der unterhalb der Nasenhöhle liegt und sich vorn in die Mundhöhle öffnet. Bei den Säugetieren ist es eine lange, hinten geschlossene Röhre, die von der Schleimhaut der Nasenhöhle bedeckt am unteren Rand der Nasenscheidewand entlang (an beiden Seiten derselben) verläuft und sich in der Regel in einen feinen paarigen Kanal (den Stensenschen Nasengang), der vorn die Nasenhöhle und die Mundhöhle verbindet, seltener direkt in die Nasenhöhle öffnet. (Ob die bei manchen Amphibien und bei den Schildkröten vorhandenen Ausstülpungen der Nasenhöhle, die als Jacobsonsche Organe gedeutet wurden, diesen Namen verdienen, ist noch unsicher.)

2) Die Knorpellage der Sclera bildet einen Knorpelbecher, der bei den Selachiern mit einem stielförmigen knorpeligen Fortsatz des Schädels gelenkig verbunden ist d. h. er erscheint als ein abgegliederter Teil des knorpeligen Schädels.

hineinfällt, wenn die Beleuchtung stark ist; erweitert wird die Oeffnung durch Kontraktion anderer Muskelzellen der Iris, die radiär geordnet sind. Die Oeffnung der Regenbogenhaut, die Pupille, ist entweder rund oder länglich, in letzterem Fall entweder senkrecht oder wagerecht. Die Chorioidea selbst ist dicht hinter der Linse mit einem Kranz von zahlreichen meridionalen Falten versehen (*Corpus ciliare*, fehlt bei den meisten Fischen).

Die Accommodation, die Einstellung des Auges auf verschiedene Abstände, geschieht bei Fischen und Amphibien durch Ortsveränderung der Linse, die an die Netzhaut angenähert resp. von derselben entfernt werden kann durch Muskelzüge, die im Proc. falciformis (vergl. das Fischauge) oder im Corpus ciliare eingelagert sind. Bei den übrigen findet eine Gestaltveränderung der Linse statt: bei den Reptilien und Vögeln übt die Ringmuskulatur der Iriswurzel und des Corpus ciliare einen Druck auf die peripheren Teile der Linsenvorderfläche, wodurch die Mitte der Linse sich stärker hervorwölbt, bei den Säugetieren scheint die Kontraktion der Ringmuskulatur des Corpus ciliare eine Entspannung der Fasern, in denen die Linse hängt, und damit eine stärkere Hervorwölbung der Linse zur Folge zu haben.

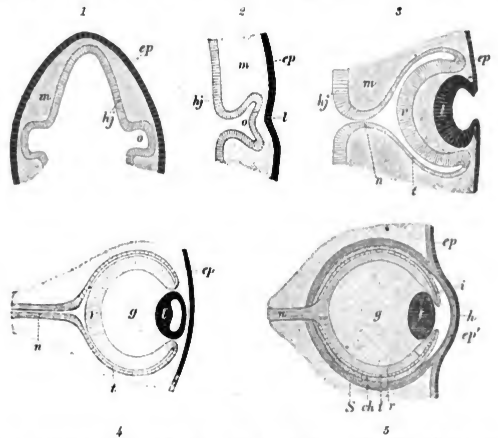


Fig. 451. Schematische Darstellung der Entwicklung des Wirbeltierauges. *1* Schnitt durch den Kopf auf einem frühen Stadium: die primitiven Augenblasen sind gebildet. *2* etwas spätere Stufe: die erste Anlage der Linse, die Augenblase, hat angefangen, sich in sich selbst einzustülpen. *3—4* weitere Entwicklung: Abschnürung der Linse, Bildung der sekundären Augenblase. *5* auch die anderen Hauptteile des Auges sind gebildet. — *ch* Chorioidea, *ep* Epidermis, *ep'* Epidermisteil der Cornea, *g* Glaskörper, *h* Cornea, *hj* Gehirn, *i* Iris, *l* Linse, *m* Mesoderm, *n* Sehnerv, *o* primitive Augenblase, *r* Retina, *S* Sclera, *t* Pigmentschicht (äußerste Schicht der Retina).

Ueber die Entwicklung des Auges (Fig. 451) sei folgendes bemerkt. Auf einer frühen Entwicklungsstufe bildet sich jederseits an

demjenigen Teil des Gehirns, der zum Zwischenhirn wird, eine blasenförmige Ausstülpung, die primitive Augenblase, die durch einen kurzen Stiel mit dem übrigen Gehirn zusammenhängt, während ihr äußerer Teil unmittelbar unterhalb der Haut liegt. Es erfolgt sodann eine Einstülpung des äußeren Teiles der primitiven Augenblase in deren inneren Teil, so daß sie zu einer doppelwandigen Schale, der sekundären Augenblase (oder dem Augenbecher), umgebildet wird, während gleichzeitig der Stiel zwischen der Augenblase und dem Gehirn sich verlängert; darauf verschwindet die Höhlung des Stieles sowie die Spalte zwischen den beiden Blättern der Schale (die Höhlung der primitiven Augenblase). Der Stiel entwickelt sich zum Sehnerven, die Schale zur Retina; das äußere Blatt der Schale (*t* in Fig. 451, 3—4) wird sehr dünn und bildet eine Lage stark pigmentierter Zellen (Pigmentschicht der Retina, *Tapetum nigrum*), während sich aus dem inneren, dickeren Blatt die ganze übrige Retina bildet. Zur gleichen Zeit, wo die primitive Augenblase anfängt schalenförmig zu werden, nimmt auch die Bildung der Linse ihren Anfang. Dieselbe legt sich als eine Einstülpung der Epidermis an, die sich schließlich von der übrigen Epidermis abschnürt und unterhalb dieser, dem Augenbecher gegenüber, ihren Platz findet; aus dieser Epithelblase entwickelt sich die Linse, indem die Zellen der nach innen gekehrten Hälfte der Linsenblase zu langen Fasern werden, die den Hohlraum der Blase ausfüllen, während die Zellen der äußeren Seite der Blase ihren ursprünglichen Charakter bewahren und als ein Epithel an der äußeren Linsenfläche liegen. In Anschluß an diese Hauptbestandteile bilden sich dann die übrigen Teile des Wirbeltierauges: das Bindegewebe, das sich zwischen der Linse und der Retina befindet, wird zum Glaskörper, die Hautpartie vor der Linse zur Cornea; zwischen letzterer und der Linse bildet sich ein Spaltraum, in den der Humor aqueus sich ausscheidet; außerhalb der Retina entwickelt sich aus dem umgebenden Bindegewebe die Chorioidea mit der Iris und die Sclera.

Die Netzhaut der Wirbeltiere ist nach dem oben Mitgeteilten ein besonders entwickelter Gehirnabschnitt, und die Sehzellen (welche ihren Sitz in der Netzhaut haben) befinden sich also eigentlich im Zentralnervensystem, ebenso wie es z. B. bei gewissen Borstenwürmern der Fall ist (S. 228); die Stäbchen der Sehzellen sind ebenso wie in den Augen der Plattwürmer und anderer (auch der genannten Borstenwürmer) vom Lichte abgekehrt und in pigmentierte Zellen eingesenkt (Fig. 34, 3, S. 31).

Das Auge liegt in einer tiefen, napfförmigen Höhlung an der Seite des Kopfes, von lockerem Bindegewebe umgeben; die Höhle, die Augenhöhle, ist oben von dem Schädel überwölbt, manchmal ist sie auch vorn, unten und hinten mehr oder weniger vollständig von Knochen- und Knorpelteilen begrenzt. Die Cornea geht unmittelbar in die angrenzende Haut über, die in der nächsten Nähe der Cornea in der Regel weich und nachgiebig ist, so daß das Auge in der Augenhöhle bewegt werden kann, ohne von der Haut behindert zu sein. Die Bewegungen werden durch Muskeln bewerkstelligt, die vom Schädel entspringen und sich an den Augapfel heften. Von Muskeln finden wir fast immer vier gerade Augenmuskeln (*Musculi recti*), einen oberen einen unteren, einen vorderen und einen hinteren, und zwei schiefe (*M. obliqui*); die geraden, die meistens dicht bei der Austrittsöffnung des Sehnerven vom Schädel entspringen und sich in einer Kreislinie in einigem Abstand von der Cornea an den Augapfel anheften, bewegen diesen nach oben

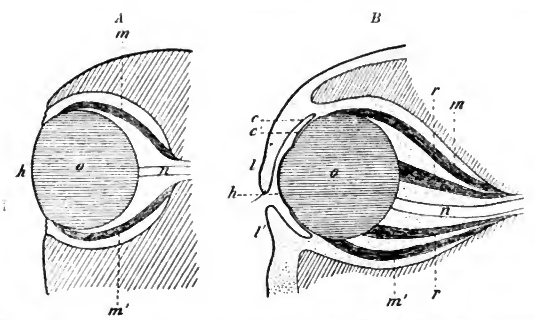


Fig. 452. Schnitt durch die Augenhöhle, *A* eines Fisches, *B* eines Säugetieres. Schema. *c* dünne Hautpartie an der Innenseite des Augenlides (*Conjunctiva palpebrarum*), *c'* dünne Hautpartie, welche vom Augenlide überdeckt ist und der Sclera dicht anliegt (*Conjunctiva bulbi*); *h* Cornea; *l* oberes, *l'* unteres Augenlid; *m* oberer, *m'* unterer gerader Augenmuskel; *n* Sehnerv; *o* Augapfel; *r Retractor bulbi*. Die Haut ist durch eine dicke, schwarze Linie angegeben, lockeres Bindegewebe punktiert, Wand der Augenhöhle (aus Knochen, Muskeln etc. bestehend) schräg schraffiert. — Orig.

(der obere gerade), nach unten, vorn, hinten; die schiefen, die meistens von der Vorderwand der Augenhöhle entspringen und sich oben, resp. unten an den Augapfel heften, drehen das Auge um seine Achse (letztere etwa durch die Mitte der Cornea bestimmt). Außerdem heftet sich bei nicht wenigen Tieren (Amphibien, Reptilien, Säugetieren) an das Auge ein Muskel, der den Augapfel zurückzieht (*Retractor bulbi*); dieser Muskel umgibt den Sehnerven und entspringt dicht bei dessen Austrittsstelle vom Schädel.

Bei den Wirbeltieren mit Ausnahme der Fische entspringt in einigem Abstande vom Cornearand, ungefähr diesem parallel, eine große, ringförmige Hautfalte, die sich über die Cornea hinschieben kann. Sie besteht aus einem oberen und einem unteren Teil, dem oberen und unteren Augenlid, deren Ränder aneinander stoßen, wenn die Lider vor das Auge geschoben sind; bei den Säugetieren ist das obere, sonst das untere Augenlid am stärksten entwickelt. Die Lidspalte wird geöffnet durch einen Muskel, der das obere Augenlid hebt, resp. das untere senkt; der Lidschluß wird bei den Säugetieren durch einen gemeinsamen Kreismuskel der Lider besorgt. Bei manchen Reptilien, bei den Vögeln und bei vielen Säugetieren ist eine Nickhaut vorhanden, eine nach innen von den eigentlichen Augenlidern vorn (im vorderen „Augenwinkel") befindliche Hautfalte. In den beiden erstgenannten Gruppen ist die Nickhaut groß, halb durchsichtig und wird durch einen besonderen Muskel vor das Auge gezogen; bei den Säugetieren, bei denen sie auch ganz wohlentwickelt sein kann, ist ein besonderer Nickhautmuskel nicht vorhanden, sie fährt vor das Auge hin, wenn der Augapfel in die Augenhöhle zurückgezogen wird[1]). — Mit

1) Bei manchen Fischen finden sich augenlidähnliche, aber unbewegliche Hautfalten um das Auge. Bei einigen Haien kommt eine bewegliche Nickhaut vor.

dem Auge sind ferner verschiedene Drüsen verbunden, die unter den Augenlidern oder der Nickhaut münden und dazu dienen, die Cornea und die Innenseite der Augenlider feucht und glatt zu erhalten. Bei den Fischen fehlen solche Drüsen noch völlig, während bei den übrigen eine oder mehrere vorhanden sind. In der Regel findet sich eine Tränendrüse, die hinten (am hinteren Augenwinkel) an der Innenseite des unteren oder zugleich des oberen Augenlides[1]), gewöhnlich mit mehreren Oeffnungen, ausmündet, und eine Hardersche Drüse, die sich vorn, im vorderen Augenwinkel, öffnet (meist an der Innenseite der Nickhaut, wenn eine solche vorhanden ist, weshalb sie auch als Nickhautdrüse bezeichnet wird); bei manchen Säugetieren finden sich zwei verschiedene Hardersche Drüsen nebeneinander. Das Secret der Tränendrüsen hat eine wässerige, das der Harderschen meist eine mehr fettige Beschaffenheit. Ein Teil des von diesen Drüsen abgesonderten Secrets wird durch einen Kanal, den Tränenkanal, abgeleitet, der mit zwei Oeffnungen an den Augenlidern meistens im vorderen Augenwinkel seinen Anfang nimmt und in die Nasenhöhle mündet. (Der Tränenkanal ist anfänglich eine streifenförmige Einsenkung der Epidermis, die sich abschnürt und zu einem Kanal wird; vergl. Fig. 461, *ANr.*)

Das distale Ende der beiden oben erwähnten hinteren Ausstülpungen der dorsalen Wand des Zwischenhirns, des Parietalorgans und der Epiphyse, ist bei gewissen Wirbeltieren als Auge entwickelt, bei anderen in einer Weise ausgebildet, die darauf hinweist, daß es jedenfalls früher als Sinnesorgan von Bedeutung gewesen ist. Sehr deutlich ist ein solches Auge ausgebildet bei gewissen Sauriern (z. B. den gewöhnlichen Eidechsen, der Blindschleiche u. a.). Es ist hier das Parietalorgan, das in einen langen nervenähnlichen Faden ausgezogen ist (vergl. Fig. 417), an dessen Ende ein Epithelbläschen, das Parietalauge (Scheitelauge) sitzt,

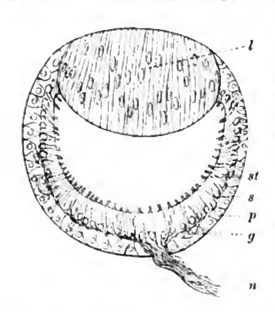


Fig 453. Schnitt durch das Parietalauge eines Sauriers. Schema. *g* Ganglienzelle, *l* Linse (verdickte Außenwand der Augenblase), *n* der die Augenblase mit dem Gehirn verbindende Nerv, *p* pigmentierte Zelle, *s* Sehzelle, *st* Stäbchenteil derselben. — Zum Teil nach Nowikoff.

das seinen Platz hat in einem kleinen Loch der oberen Schädelwand (im Scheitelbein oder an der Grenze von diesem und dem Stirnbeine) dicht unterhalb der an dieser Stelle einigermaßen durchsichtigen Haut; der nach oben (außen) gekehrte Teil ist zu einer Linse ausgebildet, während der übrige Teil pigmentiert ist und stäbchentragende Sehzellen enthält (gehört zu dem eversen Augentypus). Bei anderen Sauriern ist dasselbe Gebilde in mehr rudimentärer Form, als einfaches, nicht augen-

1) Nur bei den Säugetieren finden sich einige (oft die Mehrzahl) der Tränendrüsenöffnungen am oberen Augenlide.

ähnliches, unpigmentiertes (linsenloses) Bläschen an derselben Stelle vorhanden. Auch bei den Neunaugen ist das Parietalorgan in ähnlicher Weise entwickelt und endet in einem augenähnlichen Bläschen. Bei dieser Gruppe trägt aber auch die Epiphyse ein ähnliches Bläschen, das entweder hinter dem anderen oder oberhalb desselben liegt. Die Bläschen liegen nach innen von der oberen (übrigens nur bindegewebigen) Schädelwand, die jedoch an dieser Stelle verdünnt, ebenso wie auch die Haut an derselben Stelle durchsichtig sein kann. Die Neunaugen sind die einzigen Wirbeltiere, deren Epiphyse ein Organ trägt, von dem man annehmen kann, daß es als Auge fungiert, und die Neunaugen und die Saurier sind die einzigen, die ein Parietalauge besitzen. Bei den Selachiern ist die Epiphyse fadenförmig ausgezogen, und ihr erweiterter Endabschnitt liegt in einem Loch der oberen Schädelwand, wesentlich nur von der Haut bedeckt (ohne aber einen augenähnlichen Bau zu besitzen). Auch bei den Ganoiden ist die Epiphyse stark entwickelt und liegt deren distales Ende in einer Grube der Schädeldecke; ähnliche Verhältnisse findet man bei den Lungenfischen und bei gewissen Knochenfischen. Bei den Anuren ist die Epiphyse zu einem langen Faden ausgezogen, der am Ende eine Anschwellung trägt; der Faden durchbohrt die Schädeldecke, und die Anschwellung liegt an der Oberseite des Kopfes unmittelbar unter der Epidermis. Bei den übrigen Wirbeltieren erreicht dagegen die Epiphyse niemals die Schädelwand; sie wird hier zu einem drüsenähnlichen Organ umgebildet, indem das Epithel, aus dem es besteht, sich ausbuchtet, und die fertige Epiphyse besteht aus gewundenen Schläuchen und ähnlichem und enthält oft sandartige Kalkkörperchen (Gehirnsand).

Das Gehörorgan — eines auf jeder Seite — legt sich beim Embryo als eine blasenförmige Einstülpung der Epidermis an, die sich allmählich tiefer senkt und vom Knorpel des Schädels (später oft von Knochen) umschlossen wird. Die Blase steht eine Zeitlang durch einen Kanal mit der Oberfläche in Verbindung, wird aber in der Regel später von der Haut abgeschnürt, so daß die Anlage zu einer geschlossenen Blase wird; bei den Selachiern bleibt jedoch der Kanal zeitlebens als eine offene Röhre (*Ductus endolymphaticus*) bestehen: bei den übrigen wird die äußere Oeffnung geschlossen, der Kanal besteht aber gewöhnlich als eine dünne Röhre fort. Die Blase behält nicht ihre ursprüngliche einfache Form, sondern gestaltet sich weiter um, so daß das Gehörorgan in fertigem Zustande aus einem blasenförmigen Vorhof und drei Bogengängen (*Canales semicirculares*) besteht; letztere sind Röhren, die an ihren beiden Enden in den Vorhof einmünden, dem sie wie hohle Henkel aufsitzen. Der Vorhof ist durch eine Einschnürung in zwei Teile gesondert, den *Sacculus* und den *Utriculus*; in den Utriculus münden die Bogengänge, die an einem Ende je eine Anschwellung (Ampulle) besitzen; der Sacculus trägt meistens eine Ausstülpung, die *Lagena*, die bei Fischen, Amphibien

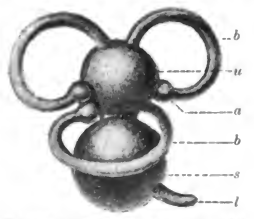


Fig. 454. Schema des Gehörorgans (häutigen Labyrinths) der Wirbeltiere. *a* Ampulle, *b* Bogengänge, *l* Lagena, *s* Sacculus, *u* Utriculus, (*s* + *u* Vorhof). — Orig.

und den meisten Reptilien ein kurzes Säckchen ist, bei den Crocodilen und Vögeln und namentlich bei den Säugetieren zu einem längeren Schlauch auswächst, dem Schneckengang (*Ductus cochlearis*). Die so umgebildete Blase, die aus einem von einer dünnen Bindegewebsschicht umgebenen Epithel besteht, wird als das häutige Labyrinth, die es erfüllende Flüssigkeit als Endolymphe bezeichnet. Dieses ist das eigentliche Gehörorgan, das allen Wirbeltieren (mit Ausnahme von Amphioxus), gewöhnlich mit allen genannten Hauptteilen, zukommt. Im Epithel finden sich Gruppen von Hörzellen, die in die Flüssigkeit hineinragende Härchen tragen; sie sitzen fleckenweise in den Ampullen, an gewissen Stellen des Utriculus und des Sacculus, in der Lagena; an diese Stellen treten die Aeste des Hörnerven heran. Im Labyrinth finden sich Otolithen, teils in Form feiner Krystalle, teils als größere verkalkte Körper (bei den Knochenfischen). — Das häutige Labyrinth, das in die seitliche Wand des Schädels eingeschlossen ist, stellt bei den Fischen das ganze Gehörwerkzeug dar; bei den übrigen Wirbeltieren schließen sich demselben gewöhnlich gewisse Nebenorgane an (Paukenhöhle, Eustachische Röhre, Trommelfell, Gehörknöchelchen), die bei den einzelnen Abteilungen betrachtet werden sollen.

Diejenigen Teile des knöchernen Schädels, die das häutige Labyrinth zunächst umgeben, erlangen oft (z. B. bei den Säugetieren) eine kompaktere Beschaffenheit als die übrige Knochenmasse und lassen sich dann aus letzterer als ein Ganzes herauspräparieren, das die wesentliche Form des von ihm eingeschlossenen häutigen Labyrinths wiedergibt und als das knöcherne Labyrinth bezeichnet wird.

Das häutige Labyrinth liegt größtenteils nicht den umgebenden Knorpel- oder Knochenteilen dicht an, sondern ist von diesen durch Lymphräume getrennt, deren Inhalt als Perilymphe bezeichnet wird.

Der Darmkanal zerfällt in folgende Abschnitte: Mundhöhle, Speiseröhre, Magen, Dünndarm, Enddarm.

Die Mundhöhle ist von einem mehrschichtigen Epithel ausgekleidet, das meist der Epidermis ähnlich ist, in der Regel einem mehrschichtigen Plattenepithel. Bei den Amphibien ist das Mundhöhlenepithel bewimpert; auch bei Reptilien kommen Wimperzellen darin vor. — Von den an die Mundhöhle geknüpften Organen betrachten wir zunächst die Zähne.

Die Zähne der Wirbeltiere sind Organe, die nach Bau und Entwicklung diesem Tiertypus durchaus eigen sind. Sie kommen übrigens nicht allein in der Mundhöhle, sondern bei manchen Fischen (besonders bei den Selachiern) auch an der Haut vor; in der Mundhöhle findet man sie innerhalb aller Wirbeltierklassen (mit Ausnahme von Amphioxus) vor, wenn sie auch manchmal fehlen können. Im einfachsten Fall (Fig. 455 *A*) findet die Bildung der Zähne auf folgende Weise statt: Von dem Bindegewebe unterhalb des Epithels wächst eine Papille in das Epithel hinein. Die Papille scheidet jetzt eine Schicht von Zahnbein oder Dentin, einer knochenharten Substanz, deren Bau wir unten betrachten werden, an ihrer Oberfläche aus, während die unterste, aus zylindrischen Zellen bestehende Lage des Epithels, das die Papille überkleidet, an ihrer Unterseite eine Schicht von einer noch festeren Substanz, dem sog. Email oder Schmelz, aussondert. Zwischen der Papille und dem Epithel wird so eine feste Kappe gebildet, die innerlich aus einer von der Papille abgesonderten

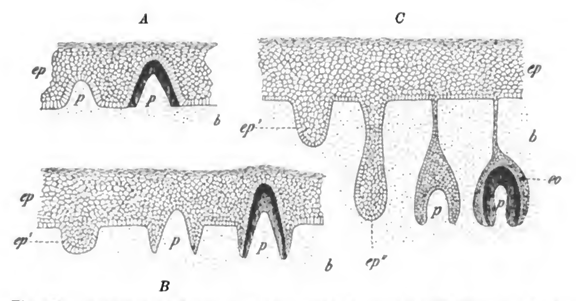


Fig. 455. Verschiedene Zahnanlagen, Schema. In jeder Figur ist links eine sehr junge Anlage dargestellt, dann folgen rechts eine ältere oder mehrere sukzessive ältere. *A* einfachste Form, *B—C* kompliziertere Formen. Schmelz schwarz; Dentin senkrecht schraffiert; Bindegewebe punktiert. *b* Bindegewebe, *eo* Schmelzorgan, *ep* Epithel, *ep'* Epithelzapfen (Anlage des Schmelzorgans), *ep"* älterer Epithelzapfen, *p* Papille (Zahnpulpa). — Orig.

Dentinschicht, äußerlich aus einer vom Epithel abgesonderten Schmelzschicht besteht; beide Schichten sind untrennbar verbunden und machen zusammen den jungen Zahn aus. Die Dentinschicht wird allmählich dadurch verdickt, daß von der Papille neue Teilchen ausgeschieden werden; die Papille wird gleichzeitig immer kleiner und schließlich oft zu einem verhältnismäßig kleinen Teil im Innern des Zahnes reduziert: Zahnpulpa. Die Schmelzschicht wird dadurch verdickt, daß an ihrer Oberfläche neue Teile abgelagert werden; sie erreicht übrigens keine so bedeutende Mächtigkeit wie die Dentinlage und ist häufig nicht über den ganzen Zahn, sondern nur über dessen Spitze ausgedehnt. — In der Regel ist jedoch die Entwicklung etwas komplizierter (vergl. Fig 455 *B—C*), indem vor der Bildung der Papille eine Verdickung des Epithels an der betreffenden Stelle und ein damit verbundenes Einwachsen desselben in das Bindegewebe stattfindet (*ep'*), häufig so tief, daß die Spitze des Zahns gar nicht in die eigentliche Epithellage hinaufragt, sondern ausschließlich in der eingesenkten Partie liegt (Fig. 455 *C*), welch letztere häufig nur durch einen dünnen Strang die Verbindung mit dem Epithel bewahrt, ja oftmals sogar völlig abgeschnürt wird; diese eingesenkte Partie wird als Schmelzorgan bezeichnet. Im übrigen aber entwickelt sich der Zahn ganz in derselben Weise wie im zuerst erwähnten Fall: eine Papille wächst der eingesenkten Epithelpartie entgegen etc.[1]). — Das Dentin hat eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Knochengewebe, besteht wie dieses aus Zellen und einer verkalkten Intercellularsubstanz, unterscheidet sich aber dadurch, daß die Zellen (die Odontoblasten) nur je einen einzigen, langen, fadenförmigen, verästelten Ausläufer besitzen, der quer durch die ganze Dentinschicht, den benachbarten Ausläufern parallel, verläuft,

1) Sehr allgemein (z. B. bei den Säugetieren) hängen die eingesenkten Epithelpartien einer Reihe oder einer größeren Anzahl von Zähnen miteinander zusammen indem eine ganze Epithelleiste in das Bindegewebe einwächst.

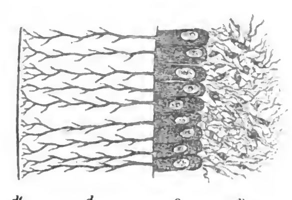


Fig. 456. Schnitt durch ein kleines Stück Dentin, *d*, und das zugehörige Pulpastück, *p*, mit den Odontoblasten *o*, von denen Ausläufer in das Dentin gehen. *d'* die Grenze des Dentins gegen den hier nicht gezeichneten Schmelz.

während der Zellkörper mit dem Kern gar nicht in die Intercellularsubstanz eingeschlossen wird, sondern an der Oberfläche der Papille liegt; das Dentin ist demnach mit zahlreichen feinen Röhren versehen, die je einen Ausläufer enthalten; indem die Dentinschicht an Dicke zunimmt, verlängern sich allmählich die Ausläufer. Der Schmelz ist eine sehr feste, hauptsächlich aus phosphorsaurem Kalk bestehende Masse, die jedenfalls bei den Säugetieren aus faserförmigen sog. Schmelzprismen zusammengesetzt ist, während sie bei niederen Wirbeltieren mehr homogen erscheint; sie ist eine Ausscheidung der genannten untersten Lage von Epithelzellen[1]). — Der Zahn ist zunächst kurz (Fig. 457, t^1); an der Basis wächst aber die Pulpa und das Schmelzorgan, und neue Teilchen können somit dem Zahnkörper zugefügt werden. Hierdurch wird der junge Zahn verlängert und gleichzeitig allmählich hervorgeschoben (t^3) und tritt schließlich durch die deckende Haut hervor. Wenn er in die richtige Lage gekommen ist, wird er mit seinem unteren Ende an den unterliegenden Knochen (oder Knorpeln)

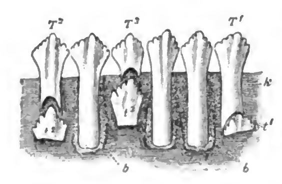


Fig. 457. Stück des Oberkiefers eines Sauriers (*Iguana*), von der Innenseite gesehen; Weichteile entfernt. *k* der Kieferknochen, an dessen innerer Seite die Zähne durch eine poröse Knochenmasse, *b*, festgekittet sind. T^1-T^3 drei Zähne, die im Begriffe stehen auszufallen, und deren unteres Ende mehr oder weniger resorbiert ist (T^1 am wenigsten, T^3 am meisten); t^1-t^3 die entsprechenden noch nicht vollständig entwickelten Ersatzzähne. — Orig.

befestigt, indem sich entweder eine straffe Bindegewebspartie[2]) oder eine kleine Knochenmasse, der Zahnsockel, zwischen dem Zahn und dem Knochen, mit beiden innig verbunden, entwickelt. Bei den Crocodilen und Säugetieren stecken die Zähne mit ihrem unteren Ende in tiefen Gruben der Knochen. Alveolen; die Zahnanlagen wurden hier von den Knochen umwachsen, und der Zahn ist nachher nur mit dem einen Ende aus der Höhlung getreten. — Die Zähne, die bekanntlich einer starken Abnutzung und ziemlich unsanften Behandlung unterworfen sind, sitzen im allgemeinen ein jeder nur eine begrenzte Zeit

1) Ueber das allein bei den Säugetieren vorhandene Cement vergleiche diese Abteilung.

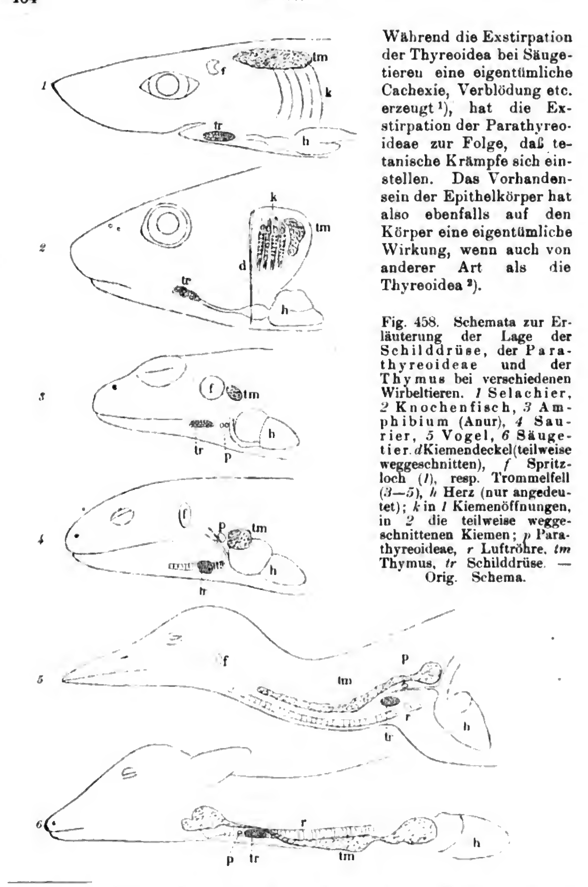
2) Einige Zähne sind derartig an den unterliegenden Knochen befestigt, daß sie niedergelegt werden können, wenn ein Druck auf sie geübt wird, indem sie nur an einer Seite an den Knochen straff angeheftet, aber sonst durch elastisches Gewebe mit ihm verbunden sind.

in der Mundhöhle, fallen dann aus und werden durch neugebildete ersetzt: Zahnwechsel; vor dem Ausfallen eines Zahnes lockert sich die Verbindung mit dem Knochen, der Sockel und die Basalpartie des Zahnes werden aufgelöst (von Phagocyten resorbiert) etc. Ueber die besonderen Verhältnisse beim Zahnwechsel der Säugetiere vergl. diese.)

Von anderweitigen mit der Mundhöhle verbundenen festen Teilen können die unter den Wirbeltieren hier und da auftretenden Horngebilde angeführt werden, lokal verdickte und erhärtete Teile der allgemeinen, in der Mundhöhle wie an der äußeren Haut entwickelten Horndecke: die Hornzähne der Monotremen, die Hornkiefer der Vögel, Schildkröten etc.

Die Zunge ist ein großer unpaarer Auswuchs vom Boden der Mundhöhle, von außerordentlich verschiedener Form und Ausbildung; sie ist schwach entwickelt bei den Fischen, bei denen sie oft nur einen Schleimhautüberzug auf dem vorderen Teil der unpaaren Mittelstücke (Copulae) des Visceralskelets darstellt, während sie bei anderen, höheren Wirbeltieren allmählich mehr mit Muskeln ausgestattet wird, bis wir sie in der höchsten Ausbildung bei den Säugetieren als ein sehr vollkommenes und wichtiges Werkzeug finden. Mit dem Visceralskelet steht die Zunge stets in inniger Verbindung. Selten fehlt sie ganz. — Mit der Mundhöhle hängen ferner Drüsen zusammen, die in sie ihr Secret ergießen, das dazu dient, die Nahrung zu befeuchten etc. Bei den Fischen, ebenso wie auch bei den Amphibien, finden sich zahlreiche Becherzellen im Epithel der Mundhöhle. Echte Drüsen fehlen bei den Fischen, sind aber vorhanden bei Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugetieren: es sind entweder in die Schleimhaut eingelagerte Drüschen oder größere Drüsen, die von ihrer Mündungsstelle weit entfernt liegen können, wie das bei den als Speicheldrüsen bezeichneten Mundhöhlendrüsen der Säugetiere der Fall ist.

Bei Amphioxus (und den Tunicaten) findet sich auf der ventralen Seite der Mundhöhle eine bewimperte Längsrinne, der Endostyl, der auch noch bei Ammocoetes, der Larve von Petromyzon (Cyclostomen), gefunden wird. In diese Rinne mündet bei Ammocoetes eine ansehnliche unpaare drüsenartige Ausstülpung, die sich nachher von der Rinne abschnürt und beim erwachsenen Petromyzon ein geschlossenes Organ ist. Bei anderen Wirbeltieren fehlt die Rinne, die Drüse wird aber in ähnlicher Weise von der Mitte des Mundhöhlenbodens entwickelt, zunächst als eine Ausstülpung, die sich nachher abschnürt. Das Organ wird als Schilddrüse (*Thyreoidea*) bezeichnet. Es ist stets ein geschlossenes Organ, das im ausgebildeten Zustande meistens aus Epithelbläschen besteht, die mit einer Flüssigkeit gefüllt und von Bindegewebe zusammengehalten sind. Die Schilddrüse ist eins der ersten Organe, an denen mit Bestimmtheit eine sog. innere Secretion (vergl. S. 475) nachgewiesen wurde: durch medizinische Erfahrungen und durch Experimente ist es deutlich geworden, daß in ihr ein dem Organismus unentbehrlicher Stoff gebildet wird, der mit dem Blut in den übrigen Körper geführt wird. Wesentlich von der Schilddrüse verschieden, aber ihr oft an- oder eingelagert sind die kleinen *Glandulae parathyreoideae,* auch Epithelkörper genannt (manchmal zwei auf jeder Seite); sie sind bei allen Wirbeltieren mit Ausnahme von Amphioxus und den Fischen nachgewiesen. Sie entstehen aus dem Epithel einer oder mehrerer Kiemenspalten jederseits und bestehen im ausgebildeten Zustande wesentlich aus soliden Zellensträngen.



Während die Exstirpation der Thyreoidea bei Säugetieren eine eigentümliche Cachexie, Verblödung etc. erzeugt [1]), hat die Exstirpation der Parathyreoideae zur Folge, daß tetanische Krämpfe sich einstellen. Das Vorhandensein der Epithelkörper hat also ebenfalls auf den Körper eine eigentümliche Wirkung, wenn auch von anderer Art als die Thyreoidea [2]).

Fig. 458. Schemata zur Erläuterung der Lage der **Schilddrüse**, der **Parathyreoideae** und der **Thymus** bei verschiedenen Wirbeltieren. *1* **Selachier**, *2* **Knochenfisch**, *3* **Amphibium** (Anur), *4* **Saurier**, *5* **Vogel**, *6* **Säugetier**. *d* Kiemendeckel (teilweise weggeschnitten), *f* Spritzloch (*1*), resp. Trommelfell (*3—5*), *h* Herz (nur angedeutet); *k* in *1* Kiemenöffnungen, in *2* die teilweise weggeschnittenen Kiemen; *p* Parathyreoideae, *r* Luftröhre, *tm* Thymus, *tr* Schilddrüse. — Orig. Schema.

1) Die genannte Krankheit kann durch stetige Verfütterung von Thyreoidea-Substanz oder Injektion von Thyreoidea-Extrakt wieder aufgehoben werden.

2) Zu derselben Gruppe von Organen wie die Thyreoidea und die Epithelkörper gehören die sog. **postbranchialen Körper**, die ebenfalls aus abgeschnürten Mundepithelpartien gebildet werden. Es sind ein Paar Körperchen (bisweilen ist nur

Allgemein unter den Wirbeltieren verbreitet ist eine andere Drüse ohne Ausführungsgang, die Thymus (Bries), die in der Nähe der Schilddrüse gefunden wird. Ihre Entstehung ist folgende. An den Kiemenspalten des Embryos bilden sich, meistens am oberen Ende derselben, Wucherungen des Epithels, die sich in das unterliegende Gewebe einsenken und nachher vom Epithel abschnüren; bei einigen Fischen bleiben sie zeitlebens mit dem Epithel in Zusammenhang. Im ausgebildeten Zustande besteht das Organ aus Abkömmlingen der genannten Epithelwucherungen, zusammengehalten von Bindegewebe. Es ist durchgängig am stärksten bei Embryonen und jungen Tieren entwickelt (bei jungen Säugetieren z. B. ist es manchmal ein umfängliches Organ, das sich vom Kopf bis weit in den Brustkasten hinein erstreckt); später wird es in der Regel kleiner oder bildet sich völlig zurück. Auch die Thymus scheint Organ einer inneren Secretion zu sein; u. a. scheint sie einen hemmenden Einfluß auf die Entwicklung der Geschlechtsorgane zu üben, ebenso wie auch die Reife der letzteren mit der Rückbildung der Thymus zusammenhängt.

Die Speiseröhre ist bei Fischen und Amphibien kurz und weit, wird — infolge der Ausbildung einer Halspartie des Körpers — bei Reptilien und Vögeln länger; bei den Säugetieren, deren Speiseröhre eine ansehnliche Länge besitzt, ist sie ziemlich eng, während sie bei den übrigen sehr weit (oder sehr erweiterungsfähig) ist. Das Epithel der Speiseröhre ist mehrschichtig, ähnlich demjenigen der Mundhöhle; bei manchen Fischen, bei den Amphibien und Reptilien, ist es bewimpert. — Der Magen ist ein erweiterter Abschnitt von verschiedener Form, mit zahlreichen kleinen, schlauchförmigen Drüsen in seiner Wand. Das Epithel des Magens ist ein einschichtiges Cylinderepithel. — Der Dünndarm ist bei den Cyclostomen und gewissen anderen Fischen ein gerader Schlauch, sonst immer gewunden. Bei den Fischen und Amphibien und manchen Reptilien ist er im ganzen noch verhältnismäßig kurz, bei den Vögeln und Säugetieren erreicht er dagegen eine ansehnliche Länge (mehreremal die Länge des Körpers). Die Bedeutung des Dünndarms als Aufsaugungsorgan hat verschiedene Einrichtungen zur Vergrößerung seiner inneren Oberfläche mit sich geführt, besonders in Form von feinen Falten, die netzförmig angeordnet sein können, oder Papillen (Darmzotten, *Villi*), letztere besonders bei den Säugetieren. Das Dünndarmepithel ist ein einschichtiges Cylinderepithel mit zahlreichen Becherzellen; selten ist es bewimpert (Cyclostomen, einige Knochenfische). — In das vordere Ende des Dünndarms mündet der (zuweilen in der Mehrzahl vorhandene) Ausführungsgang einer sehr großen, oft gelappten Drüse, der Leber, die aus sehr zahlreichen, in der Regel netzförmig verbundenen Röhren zusammengesetzt ist; der Ausführungsgang (Gallengang) ist häufig mit einer sackförmigen Ausstülpung, der Gallenblase, versehen, die ein Reservoir für das Lebersecret, die Galle, darstellt [1]). Dicht an der Einmündung des Aus-

---

das der einen Seite vorhanden), welche bei Selachiern, Amphibien, Reptilien und Säugetieren nachgewiesen sind; bei den meisten Säugetieren sind sie im ausgebildeten Zustand mit der Schilddrüse verwachsen und von ähnlichem Bau; bei anderen Wirbeltieren (auch bei den Monotremen) bleiben sie dagegen selbständig.

1) Außer der Gallenabsonderung hat die Leber der Wirbeltiere noch ganz andere und sehr wichtige Aufgaben. In der Leber bildet sich in großer Menge Glycogen, das in den Leberzellen aufgespeichert wird und als ein Reservestoff aufzufassen ist, der von der Leber in das Blut übergeht und der Ernährung der Organe zu gute kommt (auch in den Muskeln wird in geringerer Menge Glycogen abgelagert); hungert das Tier, so verschwindet es allmählich. Die Leber spielt ferner

führungsganges in den Darm öffnet sich auch eine andere große Drüse in letzteren, die Bauchspeicheldrüse (*Pancreas*), die ebenso wie die Leber unter den Wirbeltieren allgemein verbreitet ist. Außer diesen größeren, außerhalb der Darmwand gelagerten Drüsen findet man häufig in der Darmwand selbst zahlreiche kleine, schlauch- oder traubenförmige Drüsen (z. B. bei den Säugetieren). — Als letzten Abschnitt des Darmkanals finden wir den Enddarm, der weiter ist als der Dünndarm; er hat bei den meisten Wirbeltieren keine bedeutende Länge und ist dann ein gerader Schlauch; eine größere Länge erreicht er fast nur bei den Säugetieren, bei denen er als Dickdarm bezeichnet wird (der Name Enddarm wird dann nur als Bezeichnung für den hintersten Abschnitt benutzt). Bei vielen Wirbeltieren fungiert das hintere Ende des Enddarms als Cloake, indem Harn- und Geschlechtsgänge in ihn einmünden. An seinem vordersten Ende, an der Grenze des Dünndarms, ist der Enddarm (resp. der Dickdarm) bei den Reptilien und Säugetieren oft mit einem längeren oder kürzeren Blinddarm, bei den Vögeln mit deren zwei, versehen. Der After findet sich an der Unterseite, am Grunde des Schwanzes; er ist entweder rundlich oder eine Längs- oder eine Querspalte.

Die Leibeshöhlenwand ist innerlich von einer dünnen, pigmentierten oder unpigmentierten Bindegewebshaut, dem Bauchfell (*Peritoneum*) ausgekleidet, die auch sämtliche in der Leibeshöhle liegenden Organe über-

Fig. 459. Fig. 460.

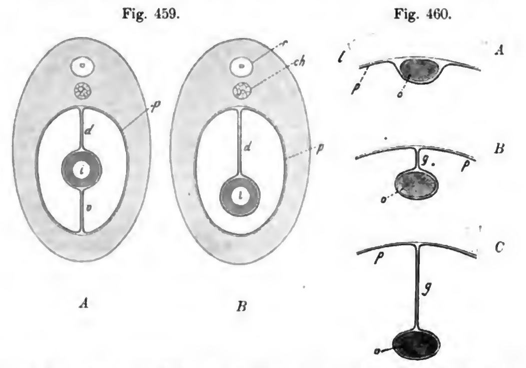


Fig. 459. Schemata zur Erläuterung des Darm-Gekröses, Querschnitte. *A* ursprünglicheres Verhalten, *B* abgeleitetes. *ch* Chorda, *d* dorsales Mesenterium, *i* Darm, *p* Bauchfell, *r* Rückenmark, *v* ventrales Mesenterium. — Orig.

Fig. 460. Schemata zur Erläuterung der Bildung mancher Gekröse. *A* jüngste, *C* älteste Entwicklungsstufe. *g* Gekröse, *l* innerer Teil der Leibeshöhlenwand, *o* Organ, *p* Bauchfell. — Orig.

---

eine Rolle bei der Excretion: gewisse stickstoffhaltige Abfallstoffe (kohlensaures Ammoniak u. a. m.), die sich bei der Verbrennung im Körper bilden, werden in der Leber zu Harnsäure oder Harnstoff umgebildet, die nachher vom Blutstrom weiter geführt und von den Nieren ausgeschieden werden.

zieht; das Bauchfell ist mit einem einschichtigen Plattenepithel überkleidet. Der Darmkanal ist mit der Leibeshöhlenwand durch papierdünne Bindegewebsplatten, Mesenterien (Gekröse), verbunden; es ist zunächst beim Embryo ein dorsales und ein ventrales Mesenterium vorhanden, von welchen letzteres aber nur vorne bestehen bleibt, so daß der größere Teil des Darmkanals nur in einem dorsalen Mesenterium hängt, das allmählich während der Entwicklung zu einer oft sehr ausgedehnten Platte auswächst. Auch andere in der Leibeshöhle befindlichen Organe (z. B. die Geschlechtsorgane) hängen, wenn sie nicht direkt der Leibeswand angelagert sind, in ähnlichen Gekrösen; manchmal handelt es sich dabei um Organe, die zunächst der Wand angelagert waren, sich aber im Laufe der Entwicklung von der Wand entfernten und das Bauchfell mit sich gezogen haben, so daß das Gekröse derselben als eine zusammengeklappte Falte des Bauchfelles erscheint (Fig. 460).

Von Atmungsorganen finden wir bei den Wirbeltieren teils Kiemen, teils Lungen, welch letztere fast bei allen Wirbeltieren (mit Ausnahme des Amphioxus, der Cyclostomen, der Selachier und einzelner anderen) vorhanden sind (bei den meisten Fischen allerdings ohne eine respiratorische Bedeutung zu haben), während erstere auf die Fische und die Amphibienlarven beschränkt sind. Die Kiemen bestehen gewöhnlich aus gefäßreichen Blättchen, die in einer Reihe an den Seiten der Kiemenspalten sitzen; letztere sind große, dicht aufeinander folgende, seitliche Spalten, welche die Wand der Mundhöhle durchbrechen und durch kulissenartige Platten getrennt sind, in denen die oben erwähnten Visceralbogen liegen (vergl. im übrigen die Fische). Sehr interessant ist es, daß auch bei den höheren Wirbeltieren (Reptilien, Vögeln, Säugetieren), die zu keiner Zeit ihres Lebens durch Kiemen atmen, im Embryonalzustande ähnliche Kiemenspalten (Visceralspalten) auftreten, die jedoch nicht mit Kiemenblättern bekleidet sind und sich später wieder schließen.

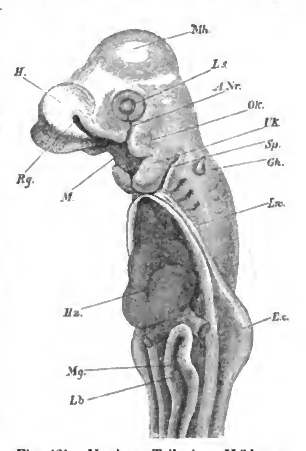


Fig. 461. Vorderer Teil eines Hühnerembryos (4. Brüttag). *ANr* Anlage des Tränenkanals (noch rinnenförmig), *Ex* Anlage der linken Vordergliedmaße, *Gh* Gehörblase, *H* Vorderhirn, *Hz* Herz, *Lb* Leberanlage, *Ls* Linse des Auges, *Lw* Leibeswand, *M* Mund. *Mg* Magenanlage, *Mh* Mittelhirn, *Ok* Oberkieferanlage, *Rg* Riechgrube, *Sp* erste Visceralspalte, hinter welcher noch drei andere zu bemerken sind, *Uk* Unterkiefer. — Nach His.

Die Lungen werden als ein Paar Ausstülpungen des Darmkanals an der Grenze von Mundhöhle und Speiseröhre angelegt, oder als eine unpaare sich nachher in zwei spaltende; später ist jedenfalls die Einmündung immer unpaar. Die fertigen Lungen sind zwei Säcke, ein rechter und ein linker, die durch einen gemeinsamen Kanal

mit dem Darmkanal in Verbindung stehen. Jeder Sack ist im einfachsten Fall ein großer, dünnwandiger Beutel, dessen Wand reichlich mit Gefäßen ausgestattet ist (so bei den gewöhnlichen Wassersalamandern). In der Regel wird aber die innere Oberfläche der Lungensäcke dadurch ansehnlich vergrößert, daß diese mit Ausstülpungen versehen werden, die aber durch Bindegewebe zusammengehalten sind, so daß die äußere Oberfläche der Lunge meist ziemlich glatt erscheint. Bei einigen (z. B. beim Frosch) enthält jede Lunge noch einen großen, mittleren Hohlraum, und die Ausstülpungen sind kurz; bei anderen werden letztere länger, verzweigen sich wieder etc., und der große Hohlraum wird enger (Reptilien); eine weitere Entwicklung findet man bei den Säugetieren, bei denen der ursprüngliche Sack so reich verzweigt ist, daß er ein baumförmig verästeltes, hohles Organ darstellt, dessen feinste Aeste mit kleinen, dünnwandigen Blasen enden, in deren Wand ein feines Gefäßnetz ausgebreitet ist, während der Stamm und die gröberen Aeste dickwandiger und steif werden, so daß sie eine Art Skelet für die übrige Lunge abgeben, deren größere und kleinere Aeste übrigens durch lockeres Bindegewebe zusammengehalten werden, so daß die Verästelung äußerlich nicht hervortritt. — An der Innenfläche der Lungen findet man, wie schon bemerkt, meistens ein feines, dichtes Gefäßnetz. Hiervon bilden jedoch die meisten Fische eine Ausnahme; dem bei ihnen der Lunge entsprechenden Organ, das gewöhnlich nicht gespalten, sondern unpaar ist, geht ein solches feineres Gefäßnetz und damit auch die Funktion als Atmungswerkzeug ab (eine respiratorische Lunge besitzen bloß die Lungenfische und einzelne andere); sie hat bei ihnen ausschließlich die Bedeutung, daß sie das spezifische Gewicht des Tieres verringert: Schwimmblase. — Der unpaare, meistens röhrenförmige Teil, der die beiden Lungen mit dem Darmkanal in Verbindung setzt, die Luftröhre, ist von sehr verschiedener Länge (was besonders von der verschiedenartigen Ausbildung des Halses abhängt); sie wird in der Regel von knorpeligen oder knöchernen, in ihre Wand eingelagerten Ringen offen gehalten und öffnet sich bei den meisten Wirbeltieren ventral hinten in der Mundhöhle (vergl. jedoch die Fische). — Im vordersten, besonders ausgebildeten Teil der Luftröhre, dem Kehlkopf, findet sich bei manchen Wirbeltieren (Anuren, Geckonen, Chamäleonen, Crocodilen, Säugetieren) ein Paar vorspringender elastischer Hautfalten, die Stimmbänder, die durch den ausgehenden Luftstrom in Schwingungen versetzt werden und Laute erzeugen können. Die enge Spalte zwischen den Stimmbändern wird als Stimmritze (*Glottis*) bezeichnet.

Kreislaufsorgane. Bei den Fischen besteht das Herz aus drei aufeinander folgenden Abschnitten: Vorhof (*Atrium*), Herzkammer (*Ventriculus*) und Herzkegel (*Conus arteriosus*); der Vorhof ist ein dünnwandiger Sack, der oberhalb der mit dicken, spongiösen Wänden versehenen Herzkammer liegt; der Conus arteriosus ist röhrenförmig; alle drei Abschnitte haben je einen ungeteilten Hohlraum, und dasselbe gilt auch von dem am Vorhof liegenden großen Venensack, *Sinus venosus*, aus dem der Vorhof das venöse Blut vom Körper erhält. Bei den Amphibien ist der Conus wohlentwickelt und die spongiöse Herzkammer wie bei den Fischen ungeteilt. Dagegen ist der Vorhof durch eine dünne Längsscheidewand in eine rechte und linke Abteilung (rechten und linken Vorhof) geschieden, ebenso der Sinus venosus; in die linke Abteilung des Sinus und des Vorhofs tritt

nur das Blut aus den Lungen, in die rechte das Blut aus dem übrigen Körper (Näheres bei den Amphibien). Bei den **Reptilien** ist der Vorhof und der mit ihm eng verbundene Sinus venosus ebenso wie bei den Amphibien geteilt; die Teilung des Herzens ist aber weiter gegangen: die Herzkammer ist bei den Reptilien wenigstens unvollständig geteilt, bei den Crocodilen sogar durch eine vollständige Scheidewand in eine rechte und linke Abteilung geschieden, die mit den entsprechenden Abteilungen des Vorhofs in Verbindung stehen. Der Conus ist bei den Reptilien rudimentär oder fehlt. **Vögel** und **Säugetiere** schließen sich eng an die Crocodile an: Vorhof und Herzkammer vollständig geteilt, Conus fehlt. Bei den Wirbeltieren finden sich allgemein an der Grenze von Vorhof und Herzkammer und im Conus arteriosus — oder, wenn letzterer fehlt, am Ende der Herzkammer — **Klappen**, welche die Richtung des Blutstroms regulieren. — Sowohl Vorhof als Herzkammer und Conus bestehen hauptsächlich aus quergestreiften Muskelzellen.

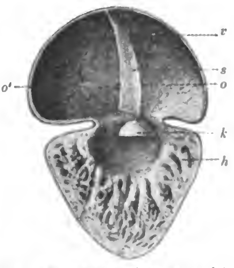


Fig. 462. **Herz eines Amphibiums**; die ventrale Wand des Vorhofs und der Herzkammer ist durch einen ungefähr horizontalen Schnitt weggenommen. Leicht schematisiert. *h* spongiöse Herzkammerwand, *k* Klappe, *o* Oeffnung aus dem Sinus venosus in die linke Vorhofsabteilung, *o'* Oeffnung aus dem Sinus venosus in die rechte Vorhofsabteilung, *s* Scheidewand des Vorhofs, *v* Wand des Vorhofs. — Orig.

Vorhof und Herzkammer sind auch bei den höheren Wirbeltiergruppen während der embryonalen Entwicklung anfangs einfach, die Scheidewände bilden sich erst später.

Das Herz, das stets unterhalb des Darmkanals liegt, hat bei den Fischen seinen Sitz dicht am Kopfe im vordersten Teil der Leibeshöhle; es liegt hier in einem besonderen kleineren Raum (Fig. 463 *A*), der durch eine quere **Scheidewand** von der übrigen Leibeshöhle getrennt ist. Indem das Herz bei den übrigen Wirbeltieren weiter nach hinten rückt, bauscht es diese Scheidewand derartig aus, daß sie zu einem das Herz umgebenden Sack wird, der in die große Leibeshöhle weit hineinragt: **Herzbeutel** (*Pericardium*), Fig. 463 *B*.

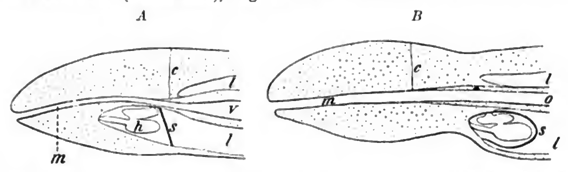


Fig. 463. Schematische Längsschnitte durch den Kopf und den vordersten Teil des Rumpfes, um die Lage des Herzens und des **Herzbeutels** zu erläutern. *A* Fisch. *B* höheres Wirbeltier. *c* hintere Grenze des Schädels (der übrigens nicht eingezeichnet ist), *h* Herzkammer, *l* Leibeshöhle, *m* Mundhöhle, *o* Speiseröhre, *s* Scheidewand, resp. Herzbeutel; *v* Magen. — Orig.

Vom Herzen entspringt bei den Fischen (Fig. 510) ein großer Arterienstamm, der an jeden kiementragenden Visceralbogen einen Ast, die zuführende Kiemenarterie, abgibt, im ganzen gewöhn-

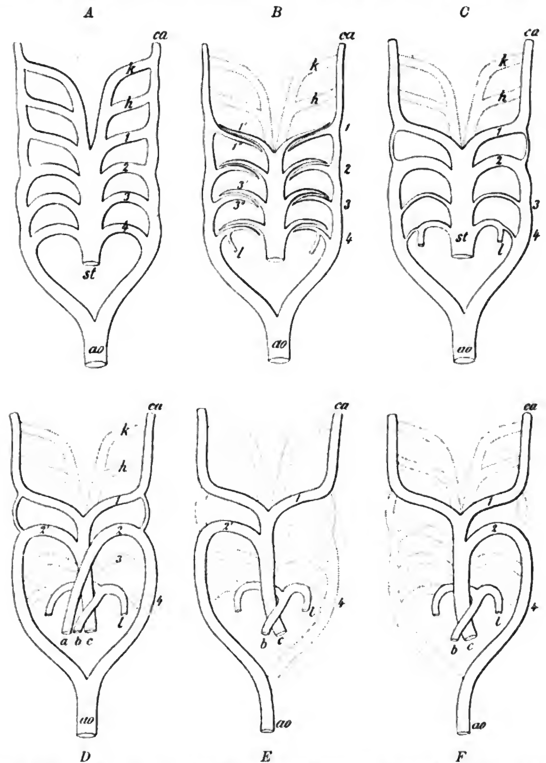


Fig. 464. Schemata der Arterienbogen verschiedener Wirbeltiere. *A* embryonaler Zustand, *B* Fisch, *C* Urodel, *D* Reptil (Eidechse), *E* Vogel, *F* Säugetier. Die zugrunde gegangenen Gefäßteile sind punktiert dargestellt. *k* und *h* die zwei ersten, fast stets zugrunde gehenden embryonalen Bogen, *1—4* die vier hinteren Bogen. *1'* und *3'* zuführende erste und dritte Kiemenarterie, *1''* und *3''* abführende Kiemenarterien. *2* in *D* und *F* linker zweiter Bogen; *2'* in *D* und *E* rechter zweiter Bogen. *a*, *b*, *c* die Röhren, in welche der Arterienstamm bei Reptilien, Vögeln und Säugetieren geteilt ist. *ao* Aorta, *ca* Carotis, *l* Lungenarterie, *st* Arterienstamm. — Orig.

lich bei den Selachiern fünf Paare (an den 2.—6. Visceralbogen), bei den Knochenfischen vier Paare (an den 3.—6. Visceralbogen); von jedem Visceralbogen geht das Blut, nachdem es die Capillaren der Kiemenblätter passiert, durch eine abführende Kiemenarterie zur Aorta, einer großen, unpaaren, unterhalb der Wirbelsäule verlaufenden Arterie, die durch den Zusammenfluß der abführenden Kiemenarterien gebildet wird und an die verschiedenen Teile des Körpers Aeste abgibt. Von der ersten abführenden Arterie entspringen die großen Arterien des Kopfes (Carotiden); wenn bei den Fischen eine respiratorische Lunge entwickelt ist, so empfängt sie gewöhnlich ihr Blut durch ein von der hintersten abführenden Arterie entspringendes Gefäß. Wie die Fische verhalten sich in der Hauptsache auch die Amphibien während des Larvenlebens. Später vereinigen sich die zu- und abführenden Arterien zu vier einfachen Arterienbogen jederseits, die direkt zur Aorta zusammenfließen. Von den vier Arterienbogenpaaren der erwachsenen Amphibien geht aber das dritte oft zugrunde; dagegen ist das zweite besonders stark; durch dieses Bogenpaar wird der Aorta die Hauptmasse ihres Blutes zugeführt; das erste Paar versorgt wesentlich nur den Kopf, das vierte die Lungen mit Blut; oftmals verlieren sie die Verbindung mit dem zweiten Bogenpaar, so daß letzteres ganz allein die Aorta bildet. Bei den übrigen Wirbeltieren fehlt stets das dritte Bogenpaar; ferner ist hervorzuheben, daß der ursprünglich ungeteilte Arterienstamm in zwei oder drei Röhren geteilt ist, von denen eine sich ausschließlich mit dem letzten Bogenpaar verbindet. Bei den Reptilien finden wir im übrigen wesentlich ähnliche Verhältnisse wie bei den Amphibien; bei den Vögeln und Säugetieren ist dagegen eine weitere Reduktion eingetreten, indem die Aorta nur von einem Bogen des zweiten Paares gebildet wird, nämlich bei den Vögeln vom rechten, bei den Säugetieren vom linken Bogen dieses Paares; auch fehlt die Verbindung zwischen dem ersten und zweiten und zwischen dem zweiten und vierten Bogen, die bei den Reptilien noch vorhanden sein kann, bei den Vögeln und Säugetieren stets. (Näheres bei den einzelnen Abteilungen.)

Bei den Fischen bilden sich im Embryo zunächst sechs einfache Arterienbogen jederseits, die längs der sechs ersten Visceralbogen verlaufen und sich miteinander zur Aorta vereinigen; von diesen bildet sich der erste, bei den Knochenfischen und anderen auch der zweite, zurück, während sich die übrigen in je eine zu- und abführende Kiemenarterie spalten. Auch bei fast allen übrigen Wirbeltieren entstehen dieselben sechs Arterienbogen während des Embryonalzustandes; allmählich bilden sich dann einige zurück etc., und so entstehen die oben erwähnten Verhältnisse des ausgebildeten Tieres. — Augenscheinlich weist die Entwicklung der genannten Arterienbogen bei den Embryonen der höheren Wirbeltiere (Reptilien, Vögel, Säugetiere) darauf hin, daß diese Wirbeltiere von Formen mit Kiemenatmung abgeleitet werden müssen.

Vom Venensystem (Fig. 510) ist hervorzuheben, daß das venöse Blut vom Darmkanal, der Milz und anderen Eingeweiden nicht direckt zum Herzen geht, sondern sich in einem großen Stamm sammelt, der Pfortader, die dann in die Leber eintritt, sich in letzterer verzweigt und in ein Capillarnetz auflöst. aus dem das Blut sich wieder zur Lebervene sammelt, die dasselbe zum Herzen führt. Eine ähnliche Einrichtung finden wir bei Fischen, Amphibien und Reptilien auch

für die Niere, das Nierenpfortadersystem: Venen vom Schwanz und von den Hintergliedmaßen gehen zu den Nieren und lösen sich hier in Capillaren auf, aus denen wieder Venen entstehen, die zum Herzen laufen. — Durchweg sind in den Venen (nicht aber in den Arterien) Klappen angebracht, die den Blutstrom regulieren. — Bei den Wirbeltieren ist ein ausgebildetes Capillarnetz vorhanden, das die feinsten Arterien und Venen miteinander verbindet. — Die Blutkörperchen sind bei den Wirbeltieren von zweierlei Art: amöboide weiße Blutkörperchen in geringerer Anzahl, und formbeständige, scheibenförmige rote Blutkörperchen, die in der Regel oval und kernhaltig, bei den Säugetieren kreisrund, in der Mitte eingedrückt, kernlos sind. Letztere verleihen dem Blut seine rote Färbung; die Blutflüssigkeit selbst ist farblos.

Zuweilen teilt sich eine stärkere oder schwächere Arterie oder Vene plötzlich in eine größere Anzahl dicht aneinander gelagerter, oft anastomosierender Aeste, die sich nachher wieder zu einem einfachen Gefäß vereinigen, oder aber in das Capillarnetz fortsetzen. Ein solches Gefäßnetz nennt man ein Wundernetz, *Rete mirabile*. Sie kommen vor z. B. in der Schwimmblase der Knochenfische, bei den Walen in der Brustwand, an den Armvenen der Vögel usw.

Die Gewebespalten des Körpers sind mit einem „Gewebesaft" gefüllt, der jedenfalls teilweise als die von den Capillaren abgegebene Blutflüssigkeit aufzufassen ist. Diese Spalträume stehen mit einem besonderen, den Wirbeltieren eigenen System Flüssigkeit führender Kanäle und Hohlräume in Zusammenhang, dem Lymphgefäßsystem, das den Gewebesaft aufsaugt und dem Blutgefäßsystem zurückführt, indem die Lymph-Hauptstämme in gewisse der Körpervenen einmünden. Die Lymphgefäße der Darmschleimhaut, die sog. Chylusgefäße, haben außerdem die Funktion, gewisse Teile der aufgesogenen Nahrung (Chylus), besonders die Fette, aufzunehmen (während andere Teile derselben direkt von den Blutgefäßen aufgenommen werden). Die Lymphgefäße sind bei niederen Wirbeltieren (Fischen, Amphibien, Reptilien) teilweise als Arterien (und Venen) umgebende Scheiden vorhanden, während sie sonst durch gesonderte Gefäße repräsentiert sind, die allerdings zum Teil von unregelmäßiger Form, oft sehr weit, sackförmig etc. sind. Oft finden sich größere Lymphräume (Lymphsinusse), z. B. unterhalb der Haut der Frösche, welche die größeren Stämme vertreten. An der Wand der Lymphgefäße sind ähnliche Klappen wie in den Venen vorhanden. Häufig finden sich an den großen Lymphstämmen in der Nähe der Stellen, wo sie in die Venen münden, Erweiterungen, die rhythmisch kontraktil sind: Lymphherzen, die sogar aus einem Vorhof und einer Herzkammer zusammengesetzt sein können; beim Frosch finden sich z. B. zwei Paare, das eine vorn, das andere weit nach hinten auf der Rückenseite, bei Urodelen und Cöcilien eine größere Anzahl segmental angeordnete (8–100 Paare); sie fehlen bei den Säugetieren, kommen dagegen in den übrigen Klassen vor. Die Flüssigkeit in den Lymphgefäßen ist farblos oder weißlich und enthält zahlreiche weiße Blutkörperchen oder Lymphkörperchen, wie sie genannt werden, solange sie noch in der Lymphe sind. Letztere werden in zellenreichen Bindegewebspartien gebildet, die mit den Lymphbahnen in Verbindung stehen und an die durchströmende Lymphe Zellen abgeben; oft sind es bestimmter gestaltete, rundliche Körperchen, sog. Lymphfollikel, die, besonders bei den Säuge-

tieren, häufig zu größeren Knoten, Lymphdrüsen (die meistens grau sind) angehäuft sind.

Bei gewissen Säugetieren (z. B. beim Rind) kommen neben den gewöhnlichen grauen Lymphdrüsen rote sog. Blutlymphdrüsen vor. Die Farbe stammt daher, daß in den Sinussen zahlreiche rote Blutkörperchen vorhanden sind, und die zu- und abführenden Lymphgefäße können völlig fehlen, so daß sie von Gefäßen nur Arterien und Venen besitzen. Die in den Sinussen vorhandenen roten Blutkörperchen gehen zugrunde, zerfallen. Die Bedeutung dieser Organe ist etwas rätselhaft.

Ein Organ, das ebenfalls die Aufgabe hat, weiße Blutkörperchen zu erzeugen, ist die Milz, ein dunkelroter Körper, von oft ansehnlicher Größe, der seinen Sitz in der Leibeshöhle in der Nähe des Magens hat und allgemein bei den Wirbeltieren (mit Ausnahme von Amphioxus und den Cyclostomen) vorkommt. Sie ist äußerlich von einer bindegewebigen Kapsel umgeben und besteht sonst aus maschigem, sehr gefäßreichem Bindegewebe mit zahllosen Lymphzellen und roten Blutkörperchen (die von den Lymphzellen aufgefressen werden): der eigentlichen roten Milzpulpa, in welcher kleine Lymphfollikel eingebettet liegen. Die in der Milz gebildeten Lymphzellen gehen größtenteils direkt in die Venen über (Lymphgefäße fehlen übrigens nicht).

Die roten Blutkörperchen werden besonders in der Milz und (bei den Säugetieren) im Knochenmark gebildet. Das Epithel, das einige der dort gelegenen Blutgefäße auskleidet, ist stark verdickt und mehrschichtig; Zellen dieses Epithels bilden sich zu roten Blutkörperchen um, lösen sich ab und treten dann in den Blutstrom über.

Die Excretionsorgane von Amphioxus sind denen gewisser Borstenwürmer ganz ähnlich; es sind solenocytentragende, in der Mehrzahl vorhandene, gefingerte Röhren, die jede für sich ausmünden (vergl. Amphioxus).

Die Excretionsorgane der übrigen Wirbeltiere (Fig. 465—69) bieten ein gemeinsames, und zwar folgendes Bild dar:

Zunächst erscheint beim Embryo eine sog. Vorniere, *Pronephros*, ein Paar im vordersten Teil der Leibeshöhle befindlicher Organe, die aus je einer kleinen Anzahl Röhren bestehen, die sich zu einem gemeinsamen Ausführungsgang jederseits vereinigen; die Röhren haben innere trichterförmige Mündungen, die sich in einen abgesonderten Abschnitt der Leibeshöhle öffnen, der einen großen Gefäßknäuel (*Glomus*) oder mehrere kleinere (*Glomeruli*) enthält; einige der Trichter können sich in die große Leibeshöhle öffnen. Der Ausführungsgang, Vornierengang oder Wolff'scher Gang, mündet in die Cloake aus. Der Pronephros ist bei den Fischen

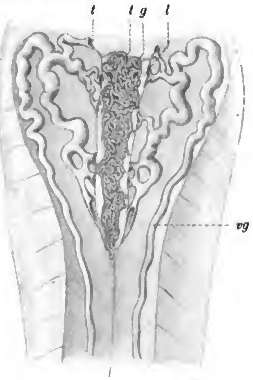


Fig. 465. Vorniere eines 6 Tage alten Störs. *g* Glomus in einem abgegrenzten Abschnitt (*l*) der Leibeshöhle liegend, in welchen auch die Trichter (*t*) sich öffnen. *vg* Ausführungsgang der Vorniere. *w* Leibeswand. — Nach Jungersen, geändert.

und Amphibien eine Zeit lang wohlentwickelt, bei den anderen dagegen schwach entwickelt und meist ohne funktionelle Bedeutung.

Hinter dem Pronephros bildet sich bald ein Paar neuer Excretionsorgane, der *Mesonephros*, und gleichzeitig bildet sich der Pronephros zurück [1]: nur dessen Ausführungsgang, der Wolff'sche Gang, bleibt bestehen, und zwar als Harnleiter des Mesonephros, welcher sich mit demselben in Verbindung setzt. Der Mesonephros besteht aus zahlreichen, langen, gewundenen, verzweigten Drüsenschläuchen, den Harnkanälchen, die von Bindegewebe zusammengehalten werden. Die Harnkanälchen sind an ihrem inneren Ende trichterförmig erweitert; die Trichter öffnen sich je in einen kleinen abgetrennten Abschnitt der Leibeshöhle (Bowman'sche Kapsel), der in die Niere eingeschlossen ist und von dessen Wand ein kleiner *Glomerulus* hineinragt; letzterer ist ein kleines Wundernetz, gebildet von einer kleinen Arterie, die sich an dieser Stelle in eine Anzahl netzförmig verbundener Aestchen spaltet, welche sich wieder zu einer einfachen Arterie sammeln; diese löst sich nachher in das Gefäßnetz der Niere auf. Der Glomerulus scheint die Aufgabe zu haben, die wässerigen Teile des Harns auszuscheiden (mittels Durchsickerung durch die dünne Wand), während der Harnstoff etc. von dem Epithel der Harnkanälchen abgesondert wird. Bei einigen Selachiern sowie bei Urodelen und Cöcilien haben einige der Harnkanälchen ihren Trichter, Außentrichter genannt, an der Oberfläche des Metanephros, also in der großen Leibeshöhle; sie sind bewimpert, was auch mit den oben erwähnten Innentrichtern der Fall sein kann.

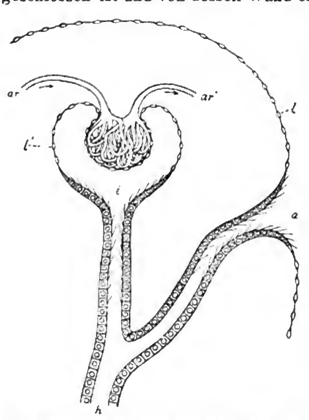


Fig 466. Schnitt durch ein Stückchen des Mesonephros. Schema. *a* Außentrichter, *ar* zu-, *ar'* abführende Arterie, *h* Harnkanälchen, *i* Innentrichter, *l* Leibeshöhlenepithel an der Oberfläche des Mesonephros, *l'* Epithel der Bowman'schen Kapsel.

Der Mesonephros ist die bleibende Niere bei den Fischen und Amphibien. Für diese Gruppen [2] ist noch zu bemerken, daß jeder Mesonephros bei dem männlichen Tiere mit dem Hoden derselben Seite durch feine Querkanälchen in Verbindung steht, so daß der Same durch die Harnkanälchen und weiter durch die Harnleiter ausgeführt wird.

Bei den Reptilien, Vögeln und Säugetieren ist der Mesonephros, welcher bei diesen Gruppen als Urniere bezeichnet wird,

1) Bei gewissen Knochenfischen bleibt er jedoch zeitlebens als harnabsonderndes Organ bestehen; bei manchen anderen Knochenfischen erhält er sich zwar auch, bildet sich aber um und sondert beim erwachsenen Tier keinen Harn mehr ab.

2) Wir sehen hier von dem abweichenden Verhältnis der Knochenfische ab (vergleiche den Abschnitt „Fische").

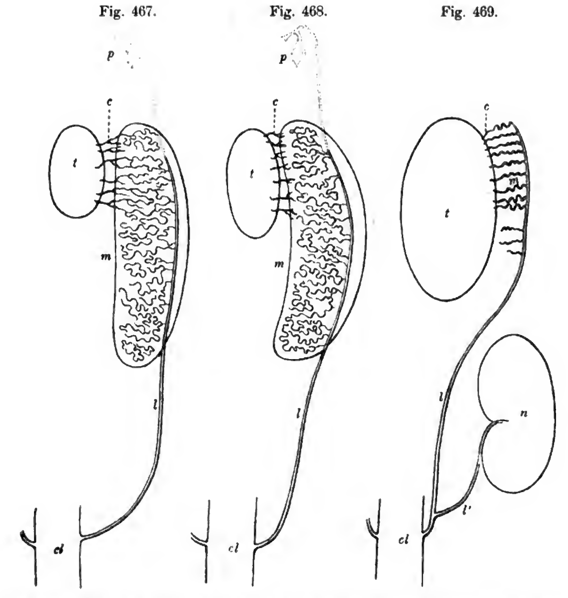


Fig. 467. Hode und Excretionsorgan eines Amphibiums, Schema. *c* Kanälchen zwischen Hode und Niere, *cl* Cloake, *l* Wolff'scher Gang, *m* Mesonephros (Niere), *p* Pronephros, *t* Hode.

Fig. 468. Hode und Excretionsorgan des Embryos eines höheren Wirbeltieres, Schema. *c* Kanälchen zwischen Hode und Urniere, *cl* Cloake, *l* Wolff'scher Gang, *m* Mesonephros (Urniere) *p* Pronephros, *t* Hode.

Fig. 469. Späterer Zustand desselben, Schema. *l* Samenleiter (Wolff'scher Gang), *l'* Harnleiter der bleibenden Niere, *m* Nebenhode (= rückgebildete Urniere), *n* Metanephros (bleibende Niere). Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 468.

In den drei Figuren bezeichnet derselbe Buchstabe immer das entsprechende Organ.

ebenso wie bei den Fischen und Amphibien zunächst ein wohlentwickeltes Organ von ansehnlicher Größe. So sind die Verhältnisse eine Zeit lang beim Embryo. Schon während des Embryonallebens entsteht aber ein drittes Excretionsorgan, der *Metanephros*, welcher hinter dem Mesonephros zur Ausbildung kommt und mit einem besonderen Ausführungsgang (dem Harnleiter, *Ureter*) in das hinterste Ende des Wolff'schen Ganges ausmündet. Der Metanephros, welcher denselben Bau besitzt wie der Mesonephros (Außentrichter fehlen jedoch stets), ist die bleibende Niere dieser Abteilungen. Der Mesonephros und der Wolff'sche Gang gehen im weiblichen Geschlecht zu-

grunde. Beim Männchen tritt der Hoden ebenso wie bei den Fischen und Amphibien mit dem Mesonephros in Verbindung, und letzterer bleibt deshalb beim Männchen teilweise bestehen als sog. Nebenhode (*Epididymis*), verliert aber völlig seine ursprüngliche Bedeutung als Excretionsorgan; der Nebenhode ist ein aus einer Anzahl gewundener Schläuche zusammengesetzter Körper, welcher an der Seite des Hodens liegt und den Samen empfängt. Der Nebenhode setzt sich wie vorher in den Wolff'schen Gang fort, welcher somit als Samenleiter (*Vas deferens*) bestehen bleibt. Der Ausführweg des Samens ist also derselbe wie bei den Fischen und Amphibien.

Ueber die Harnblase vergl. die einzelnen Abteilungen.

Der Harn der Wirbeltiere ist meistens eine wässerige Flüssigkeit, in der sich die Excretstoffe aufgelöst befinden, bei einigen (z. B. Schlangen und Vögeln) dagegen eine Flüssigkeit mit zahlreichen krystallinischen Körperchen darin, die jener sogar einen breiigen Charakter verleihen können.

Nebennieren. Bei den Selachiern finden sich hinten zwischen den Nieren eine unpaare Reihe sog. Interrenalkörper; sie entwickeln sich aus dem Epithel der Leibeshöhle, sind zunächst paarig, vereinigen sich aber zu einer unpaaren Reihe und bestehen im fertigen Zustand aus

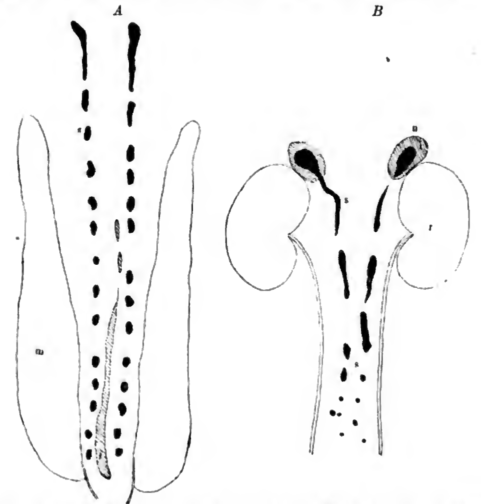


Fig. 470. *A.* Interrenalkörper (*i*) und Suprarenalkörper (*s*) eines Selachiers; *m* Niere (Mesonephros). *B* Dieselben Organe eines jungen Säugetiers. *n* Nebenniere, aus Rinde (*i*, Interrenalkörper) und Mark (schwarz) bestehend; auf der einen Seite hängt das Mark noch mit einem der „Paraganglien" (*s*, Suprarenalkörper) zusammen. *r* Niere (Metanephros). — Teilweise nach Kohn.

Zellensträngen und dünnwandigen Blutgefäßen. Außerdem finden sich bei den Selachiern oberhalb der Nieren sog. Suprarenalkörper, die mit jenen nichts zu tun haben; sie entstammen den Anlagen, aus welchen die Ganglien des Sympathicus sich herausbilden; von den Zellen dieser Anlagen wird ein Teil zu Ganglienzellen und bilden die Sympathicus-Ganglien, ein anderer Teil zu „chromaffinen" Zellen (die von Chromverbindungen stärk braun gefärbt werden); letztere sind es, welche die Suprarenalkörper zusammensetzen. Auch bei den Knochenfischen sind sowohl Inter- als Suprarenalkörper vorhanden. Bei den Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugetieren vereinigen sich die hier paarigen Interrenalkörper mit einem Teil der Suprarenalkörper zu den sog. Nebennieren, einem Paar rundlicher oder länglicher gelber Körper in der Nähe der Nieren oder der Geschlechtsdrüsen. In den Nebennieren treffen wir die Bestandteile der Inter- und Suprarenalkörper innig miteinander verbunden; bald sind sie, wie z. B. bei den Vögeln, zu zwei Zellenstrangnetzen verwoben, bald, wie bei den Säugetieren, derartig verbunden, daß die Interrenalkörper eine „Rinde" um das „Mark", die Suprarenalkörper, bilden. Reste der Suprarenalkörper finden sich als „Paraganglien" den Sympathicus-Ganglien ein- oder angelagert etc.; stets sind sie „chromaffin". Die Nebennieren haben eine ähnliche Bedeutung für das Tier wie die Schilddrüse, sondern ebenso wie letztere gewisse Stoffe ab, die mit dem Blut in den Körper geführt werden und auf andere Organe einwirken; sie sind für das Leben unentbehrlich. In der Mark- (resp. Suprarenal-)Substanz wird ein Stoff, „Adrenalin", abgesondert, der auf die Organe einwirkt, die vom Sympathicus Nerven erhalten [1]), und er ist für diese Organe unentbehrlich. Die spezielle Bedeutung der Rinden- (resp. Interrenal-)Substanz ist noch nicht sichergestellt.

Auch mehrere andere Organe haben eine innere Secretion. Die Hypophyse besitzt z. B. eine solche Funktion; die totale Exstirpation derselben führt in kurzer Zeit zum Tod und eine partielle Entfernung zur Verminderung der Tätigkeit des Geschlechtsapparats etc. Verschiedene Organe besitzen als Nebenfunktion eine innere Secretion. Das ist z. B. der Fall bei den Eierstöcken und den Hoden, deren Entfernung (Kastration) wesentliche Entwicklungsveränderungen veranlaßt, die teilweise gehoben werden können, wenn Eierstocks- resp. Hodenstücke den betreffenden Individuen irgendwo eingepflanzt oder von ihnen verzehrt werden; die interne Secretion ist hier an die sog. interstitiellen Zellen geknüpft, die in Strängen oder Gruppen zwischen den Samenröhren resp. Eifollikeln gelagert sind. Ferner hat die Bauchspeicheldrüse eine solche Bedeutung; wird sie weggenommen, so bekommt das Individuum Diabetes, dem man vorbeugen kann, wenn man ein Stück der Drüse irgendwo im Tier einpflanzt; möglicherweise ist diese Eigenschaft der Bauchspeicheldrüse an eigentümliche Zellengruppen, die Langerhans'schen Zellen, gebunden, die sich allgemein in der Drüse finden und mit den eigentlichen Drüsenschläuchen nicht in näherer Verbindung stehen. Auch die Nieren scheinen eine „innere Secretion" zu besitzen.

Die Eierstöcke, ein Paar, haben ihren Sitz in der Leibeshöhle, an deren oberer Wand sie festgeheftet sind. Ihre Oberfläche ist mit einem einschichtigen Epithel bekleidet, von dem (schon auf einer frühen Entwicklungsstufe) in das unterliegende Bindegewebe Ein-

1) Beispielsweise kann ein ausgenommenes Herz, das aufgehört hat zu „schlagen", durch Einspritzen von Adrenalin wieder in Bewegung gesetzt werden.

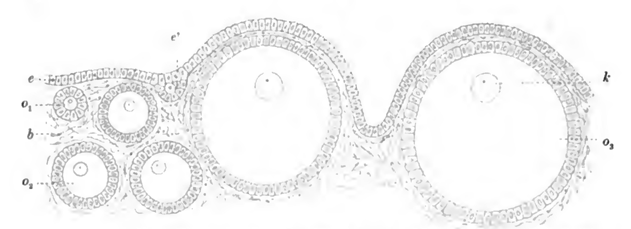


Fig. 471. Schnitt durch den Eierstock eines Wirbeltieres. In dem Bindegewebe (*b*) sind sechs Eifollikel verschiedenen Alters eingelagert. *e* Epithel an der Oberfläche des Eierstocks, *e'* eingewucherte Partie des Epithels mit einem ganz jungen Ei, *k* Kern mit Kernkörperchen; o_1, o_2, o_3 Eier verschiedenen Alters, von je einer Follikelzellenschicht umgeben. — Orig.

wucherungen stattfinden. Diese eingewucherten Epithelpartien schnüren sich vom Oberflächenepithel ab und werden zu kleinen rundlichen Zellengruppen, den Eifollikeln, in denen man eine zentrale, größere Zelle bemerkt, die von einer Schicht kleinerer Zellen umgeben ist; die zentrale Zelle ist die junge Eizelle, die sich allmählich vergrößert und oft eine enorme Größe erreicht; die umgebende Follikelzellen-Schicht, die meist nur eine Zelle dick ist, scheidet eine zuweilen ziemlich dicke Dotterhaut aus. Die ausgebildeten Eizellen fallen in die Leibeshöhle, indem der Eierstock über dem Follikel gesprengt wird. Die Eizellen sind bei verschiedenen Wirbeltieren von sehr verschiedener Größe, am kleinsten bei den Säugetieren (mikroskopisch klein), am größten bei Vögeln und Selachiern; bei den Wirbeltieren, die mit größeren Eizellen versehen sind, drängen sie die Oberfläche des Eierstocks derartig vor, daß letztere sehr uneben wird, bei den Vögeln und Reptilien sogar derartig, daß der Eierstock traubenförmig erscheint (Fig. 472), während er im Gegensatz dazu bei den Säugetieren meistens ein



Fig. 472. Geschlechts- und Harnorgane eines weiblichen Sauriers. *b* Harnblase, *e* Enddarm, *h* Hautstück mit dem After, *l* Eileiter, *n* Niere, *o* Eierstock, *t* Trichter. — Orig.

kleiner, glatter, abgerundeter Körper ist. — Die Eier werden in der Regel durch die sog. Müllerschen Gänge (Fig. 472) ausgeführt, ein Paar langer, an beiden Enden offener Schläuche, die sich an dem einen Ende mit einem bewimperten Trichter in die Leibeshöhle (meistens in der Nähe des Eierstocks derselben Seite) öffnen, mit dem anderen Ende in die Cloake oder mit einer besonderen Oeffnung in der Nähe des Afters ausmünden. (Ueber die abweichenden Verhältnisse der Eierstöcke und Eileiter, die bei einem Teil der Fische bestehen, sind diese zu vergleichen.)

Die Hoden, ebenfalls ein Paar, haben gewöhnlich ebenso wie die Eierstöcke ihren Sitz an der oberen Wand der Leibeshöhle (über die bei den Säugetieren während der Entwicklung stattfindende Lageveränderung vergl. diese). Sie bestehen aus einer Menge dicht zusammengepackter, gewundener, drüsenähnlicher Schläuche (Samenkanälchen), in denen die Samenkörperchen durch Umbildung der dort vorhandenen Zellen gebildet werden. Ueber die Art, wie der Same aus dem Körper ausgeführt wird, vergl. oben S. 474—76. Ueber die Begattungsorgane siehe die einzelnen Abteilungen.

Oft (Selachier, Amphibien, Säugetiere) findet man auch beim männlichen Tier mehr oder weniger ansehnliche Rudimente von Müller'schen Gängen, ebenso wie man auch beim weiblichen Tier zuweilen Ueberreste der Urniere (Nebeneierstock, *Parovarium*) und der Urnierengänge (Gartnersche Gänge, z. B. bei den Wiederkäuern) findet.

Die allermeisten Wirbeltiere sind getrennten Geschlechts. Nur bei einzelnen Arten von Knochenfischen werden bei demselben Individuum sowohl Eier als Same erzeugt, es ist also ein wirklicher Hermaphroditismus bei diesen vorhanden; Eier und Same werden in einer gemeinsamen Zwitterdrüse gebildet, indem sich in gewissen Teilen derselben die Eier, in anderen die Samenkörperchen entwickeln. Bei nicht wenigen anderen Knochenfischen findet man, ebenfalls als regelmäßige Erscheinung, daß die Geschlechtsdrüsen gewissermaßen einen gemischten Charakter haben, derart, daß sie zwar überwiegend entweder Eierstöcke oder Hoden sind, daß aber dabei kleinere Partien der Eierstöcke als Hode, der Hoden als Eierstock gebaut sind; diese kleineren Partien liefern aber keine reifen Geschlechtsprodukte. Dasselbe ist auch bei *Myxine* der Fall. Auch mit dem Hoden der Kröten (*Bufo*) ist ein Teil verbunden, der einem Eierstock ähnlich ist; zu einer Bildung reifer Eier kommt es aber in diesem nicht. — Als seltene Abnormität können ähnliche Verhältnisse auch bei anderen Wirbeltieren (z. B. bei den Säugetieren) vorkommen; man kann z. B. an der einen Seite einen Hoden, an der anderen einen Eierstock finden, oder es kann jederseits eine Geschlechtsdrüse vorhanden sein, die teilweise Hoden-, teilweise Eierstocksbau besitzt; zu einer Produktion reifer Geschlechtsstoffe von beiderlei Art scheint es aber in solchen Fällen nie zu kommen. Häufiger als diese „echten Hermaphroditen" sind die sog. Pseudohermaphroditen, die entweder nur Hoden oder nur Eierstöcke besitzen, dabei aber in den Ausführungsgängen oder in der Ausbildung der Begattungsorgane Charaktere des anderen Geschlechts aufweisen: so kommen z. B. unter den Haussäugetieren gar nicht so sehr selten männliche Individuen vor, die sehr entwickelte, denen des Weibchens ähnliche Müller'sche Gänge besitzen. Als leise Andeutungen von Pseudohermaphroditismus sind auch gewisse normale Verhältnisse aufzufassen: das schon vorhin erwähnte Vorhandensein rudimentärer Müller'scher Gänge beim Männchen oder von rudimentären

Begattungsorganen beim Weibchen verschiedener Wirbeltiere (Clitoris der Säugetiere etc.).

Die Mehrzahl der Wirbeltiere ist eierlegend. Das abgelegte Ei ist zuweilen von einer Gallertmasse (bei den Amphibien), in anderen Fällen (Selachier) von einer hornartigen Schale, wieder in anderen (Reptilien, Vögel) von einer kalkhaltigen, festen oder halbfesten Schale umgeben, die außer der Eizelle eine dieselbe umhüllende Eiweißmasse umschließt, welch letztere allmählich vom Embryo aufgesogen wird; sämtliche Umhüllungen sind Produkte von Drüsen, die in der Eileiterwand liegen. — Viele Wirbeltiere sind jedoch lebendiggebärend: die embryonale Entwicklung wird im Eileiter der Mutter (oder bei den Knochenfischen in deren hohlem Eierstock) durchlaufen. In den einfachsten Fällen findet man dann, daß das Ei, von den gewöhnlichen Umhüllungen (Schale etc.) umgeben, seine Entwicklung in der Mutter durchläuft, ohne daß übrigens letztere einen Zuschuß zu dem sich entwickelnden Embryo liefert; die Geschlechtswege des Muttertieres sind lediglich eine Aufbewahrungsstelle für das Ei (so bei manchen Reptilien): ovovivipare Tiere. Eine Annäherung an dieses Verhältnis findet man schon bei manchen eierlegenden Wirbeltieren, bei denen die abgelegten Eier bereits einen mehr oder weniger ausgebildeten Embryo enthalten, bei denen somit ein erster Abschnitt der Embryonalentwicklung im Muttertiere, ihr Schluß dagegen außerhalb dessen durchlaufen wird (so ist es z. B. bei der gemeinen Ringelnatter). Bei anderen lebendiggebärenden Tieren liegt dagegen der Embryo in einer von der Mutter (gewöhnlich deren Eileiterwand) abgesonderten Flüssigkeit, die er in den Darmkanal oder durch die Haut aufnimmt (Aalmutter, gewisse Rochen, Beuteltiere u. a.), und wird so von der Mutter ernährt; bei anderen wieder senken sich die Auswüchse des Embryos in die Eileiterwand ein, dienen als Organe zum Aufsaugen der Blutflüssigkeit der Mutter, in welcher der Embryo gewissermaßen ein schmarotzendes Dasein führt (Säugetiere, einzelne Saurier und Selachier).

Die Eifurchung ist bei einem Teil der Wirbeltiere (Amphioxus, Petromyzon, Ganoiden, Lungenfischen, einigen Selachiern, den meisten Amphibien und Säugetieren) eine totale, bei anderen, besonders solchen, deren Eier einen größeren Umfang besitzen, dagegen eine partielle (Myxine, Selachier, Knochenfische, gewisse Amphibien, Reptilien, Vögel, Monotremen). Es bildet sich wie bei anderen Tieren eine Gastrula, die bei Amphioxus die einfachsten Verhältnisse darbietet (vergl. S. 62—64), während die Bildung bei den übrigen etwas komplizierter ist (S. 65—67); für die Säugetiere ist man über die Gastrulabildung noch nicht vollkommen ins Klare gekommen. Die meisten Wirbeltierembryonen sind eine Zeitlang mit einem Dottersack versehen (vergl. S. 71—72), der bei einigen eine kolossale Größe besitzt (bei den Selachiern z. B., Fig. 72, S. 72), aber meistens verschwunden oder nicht mehr äußerlich sichtbar ist, wenn das Tier geboren wird. d. h. die Eischale oder die Mutter verläßt. Bei den Reptilien, Vögeln und Säugetieren (den amnioten Wirbeltieren) findet man das eigentümliche Verhältnis, daß der Embryo von Embryonalhüllen (Fruchthüllen) umgeben ist (Fig. 473), die ihrer Entwicklung nach besondere Körperanhänge des jungen Tieres darstellen, embryonale Organe sind, die abgeworfen werden, wenn das Junge geboren wird.

Am Hühnerei bemerkt man auf einer sehr frühen Entwicklungsstufe um diejenige Partie, die zu dem eigentlichen Embryo wird — im Gegensatz zu der weit größeren Partie, die zum Dottersack wird — eine von dem Ectoderm und der äußersten Schicht des Mesoderms gebildete Falte. Diese wächst allmählich über den ganzen Embryo hin, ihre Ränder begegnen sich und verschmelzen miteinander, und so wird oberhalb des Embryos ein Hohlraum gebildet, der von dem inneren Blatte der verwachsenen Falten begrenzt wird: letzteres Blatt wird jetzt als Amnion (Schafhaut) bezeichnet, während das äußere Blatt, das unten in die Bekleidung des Dottersackes übergeht, die seröse Hülle genannt wird. Ferner wächst in den Hohlraum zwischen der serösen Hülle und dem Amnion eine Ausstülpung von dem hinteren Teile des Darmes des Embryos hinein, die aus einer inneren Entodermlage und einer äußeren Mesodermlage besteht. Diese Ausstülpung, die Allantois, wächst allmählich zu einem abgeplatteten Sack von bedeutender Größe heran, der sich zwischen das Amnion und die seröse Hülle erstreckt und durch einen engen Gang mit dem Darmkanal des Embryos in Verbindung steht; die Allantois ist sehr gefäßreich und fungiert teils als Behälter für den vom Embryo abgesonderten Harn, teils als Atmungswerkzeug. Aehnliche Verhältnisse findet man auch bei den übrigen Vögeln, den Reptilien und den Säugetieren; bei letzteren verwächst die Allantois mit der serösen Hülle, und es bilden sich an denselben gefäßreiche Auswüchse, die in die Wand des Uterus hineinwachsen und als Aufsaugungsapparate fungieren (Placenta)[1]. — Bei den Fischen und Amphibien fehlen solche Eihüllen völlig.

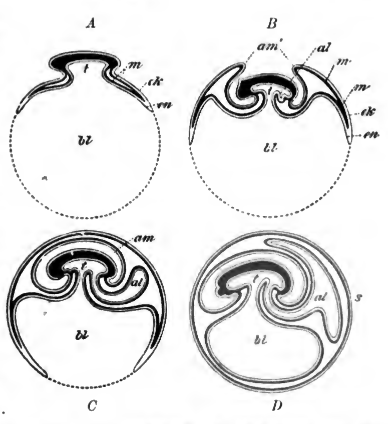


Fig. 473. Zur Illustration der Entwicklung der Embryonalhüllen bei einem Vogelembryo; schematische Längsschnitte verschiedener Stadien. In *A* hat die Entwicklung der Hüllen noch nicht angefangen. *al* Allantois, *am* Amnion, *am'* die Falten, aus welchen Amnion und seröse Hülle entstehen, *bl* Nahrungsdotter, *ek* Ecto-, *en* Ento-, *m* Mesoderm (breitere Linie), *s* seröse Hülle, *t* Darm. — Orig. (zum Teil nach älteren Vorbildern).

---

1) Eine Bildung ähnlicher, den Embryo umgebender Hüllen wie bei den genannten Wirbeltieren findet man bei den Insecten und bei einzelnen Würmern.

1. Amphioxus

Links		Rechts
Skelet der Gliedmaßen nicht in Oberarm, Unterarm, Finger etc. gegliedert. Eine Hornschicht fehlt. Geruchsorgan eine Grube. Augenlider fehlen. Gehörknöchelchen fehlt. Vorhof des Herzens ungeteilt.	2. Fische	Embryonalhüllen fehlen. 1. und. 2. Rumpfwirbel nicht besonders ausgebildet. Kiemen wenigstens in der Jugend vorhanden. Mesonephros fungiert als Harnorgan das ganze Leben hindurch. Herzkammer ungeteilt.
	3. Amphibien	
Skelet der Gliedmaßen in Oberarm, Unterarm, Finger etc. gegliedert. Hornschicht vorhanden. Geruchsorgan mit äußerer und innerer Oeffnung. Augenlider vorhanden. Gehörknöchelchen. Vorhof des Herzens geteilt.	4. Reptilien 5. Vögel 6. Säugetiere	Embryonalhüllen vorhanden. 1. und 2. Rumpfwirbel als „Atlas“ und „Epistropheus“ ausgebildet. Kiemen fehlen. Mesonephros wird vom Metanephros abgelöst. Herzkammer vollständig oder unvollständig geteilt.

Ebenso wie manche andere Abteilung dürften die Wirbeltiere von den Anneliden oder von einer diesen nahestehenden ausgestorbenen (unbekannten) Abteilung abzuleiten sein. Sehr interessant ist in dieser Beziehung das Verhalten der Excretionsorgane von Amphioxus (S. 484). Erhebliche Schwierigkeiten einer Ableitung gegenüber bietet besonders das Nervensystem der Wirbeltiere mit dem stark ausgebildeten dorsalen Längsstamm, der bei den erwachsenen Anneliden nicht vertreten ist, während allerdings bei der Larve (Fig. 192) ein dorsaler Längsstamm vorhanden ist.

Von den fünf Hauptabteilungen der Wirbeltiere — wir sehen hier vom Amphioxus ab — schließen sich die Fische und Amphibien in manchen Punkten (vergl. die vorstehende Uebersicht rechts) näher aneinander an, gegenüber den Reptilien, Vögeln und Säugetieren, die sich ebenfalls näher zusammenschließen; die beiden ersten Abteilungen werden deshalb manchmal als *Anamnia*, die letzten als *Amniota* zusammengefaßt. Andererseits zeigen aber die Amphibien in manchen Punkten mit den Amnioten gemeinschaftliche Charaktere im Gegensatz zu den Fischen (vergl. die Uebersicht links).

1. Klasse. Acrania, Leptocardii.

Die Acranier umfassen nur eine geringe Anzahl Formen, die Gattung **Amphioxus**.

Der Körper ist gestreckt, zusammengedrückt, an beiden Enden zugespitzt; längs der Rückenseite und längs der Unterseite des Schwanzes läuft ein Flossensaum; Gliedmaßen fehlen. Das Skelet ist durch eine kräftig entwickelte, den ganzen Körper durchziehende, vorn und hinten

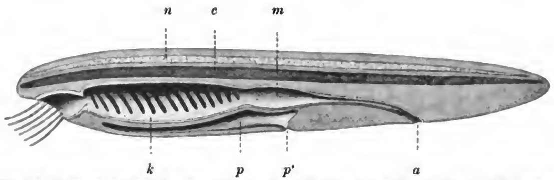


Fig. 474. Schematischer Längsschnitt von Amphioxus. *a* After, *c* Chorda, *k* Kiemensack, *m* Magen, *n* Zentralnervensystem, *p* Peribranchialhöhle, *p'* deren Oeffnung. — Orig.

zugespitzte Chorda[1]) repräsentiert. Ueber ihr liegt das Zentralnervensystem als ein langes, stabförmiges Organ, das nach beiden Enden zu, besonders gegen das Hinterende, dünner wird. Es enthält einen engen Kanal, der sich gegen die Dorsalseite in einen engen Spalt fortsetzt (Fig. 475); am vordersten Ende des Zentralnervensystems ist der Kanal erweitert und bildet einen kleinen Hohlraum (die Wand ist entsprechend verdünnt, das vordere Ende ist gar nicht angeschwollen); diese Partie kann mit dem Gehirn, das übrige mit dem Rückenmark anderer Wirbeltiere verglichen werden. Bei dem jungen Tier steht die Gehirnhöhle vorn mit der Hautoberfläche in Verbindung; später wird das Loch geschlossen. Die Stelle, wo dieses gelegen war, befindet sich in einer Wimpergrube, die ohne genügenden Grund als Riechorgan angesehen worden ist. Im vordersten Ende des Gehirns liegt ein Pigmentfleck, der als Auge aufgefaßt worden ist, was jedoch nicht zuzutreffen scheint. Dagegen findet man im Rückenmark zahlreiche kleine Augen von wesentlich gleichem Aussehen wie das in Fig. 34, 1, S. 31, abgebildete Plattwurmauge: jedes besteht aus einer Sinneszelle, deren eines Ende, das feine Stiftchen trägt, in einer einzelligen Pigmentschale steckt. Sonstige Augen, ebenso wie auch Gehörwerkzeuge, fehlen. Die Muskulatur ist in ähnlicher Weise wie bei den Fischen angeordnet; die Muskelfasern sind quergestreift.

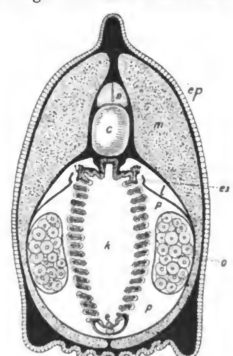


Fig. 475. Querschnitt von *Amphioxus*, Schema. *c* Chorda, *e* Endostyl, *ep* Epidermis, *ex* Excretionsorgan, *k* Kiemenhöhle, *l* Leibeshöhle, *m* Muskeln, *n* Zentralnervensystem, *o* Eierstock, *p* Peribranchialhöhle. — Nach Lankester und Boveri, geändert.

Unterhalb der Chorda liegt der Darmkanal, der unter dem Vorderende des Tieres mit einer von einer Anzahl hervorstehender Tentakel („Cirren")

1) Knorpel-(oder Knochen-)Teile wie bei anderen Wirbeltieren fehlen völlig. Die Cirren um den Mund (vergl. unten) sind durch knorpelähnliche Stäbchen gestützt, die ebenso wie die Chorda aus einer Reihe von Zellen, umgeben von einer gemeinsamen Scheide, bestehen. Auch in den Kulissen zwischen den Kiemenspalten sind knorpelartige Stäbchen vorhanden, die hier aus einer homogenen Masse bestehen.

umgebenen Mundöffnung seinen Anfang nimmt. Letztere führt zunächst in einen kurzen Vorhof hinein, der durch eine trichterförmige, gefranste Ringfalte gegen die übrige Mundhöhle, den Kiemensack, abgegrenzt ist, einen mächtigen, sich durch einen großen Teil des Körpers erstreckenden Hohlraum, der auf jeder Seite von zahlreichen schrägen Querspalten durchbrochen ist. Oben und unten ist der Kiemensack mit einer stark bewimperten Längsfurche (Fig. 475) versehen, von denen besonders die ventrale sehr markiert ist; letztere wird als Endostyl bezeichnet (vergl. die Tunicaten). Die vorderen Enden beider sind durch einen Wimperbogen jederseits miteinander vereinigt. Durch die Wirkung der Wimperhaare des Kiemensacks tritt das Wasser durch die Mundöffnung in diesen hinein und durch die Kiemenspalten hinaus; die im Wasser enthaltenen festen Körperchen, Diatomeen etc., bleiben aber im Kiemensack zurück und dienen dem Tier als Nahrung: sie werden durch den (von hinten nach vorn gerichteten) Wimperstrom des Endostyls nach den seitlichen Wimperbogen geführt und von diesen weiter nach der dorsalen Längsfurche, deren Wimperstrom sie in den Magen führt. Die Spalten des Kiemensackes führen nicht direkt an die Oberfläche, sondern in eine diesen umgebende Peribranchialhöhle, die sich auf der Unterseite in einigem Abstand vor dem After öffnet. Bei dem ganz jungen Amphioxus münden die Kiemenspalten direkt nach außen, später entwickelt sich aber oberhalb von ihnen auf jeder Seite eine Längsfalte, die über sie herabwächst und sich auf der Bauchseite mit derjenigen der anderen Seite vereinigt[1]). Hinten geht der Kiemensack in den wenig abgegrenzten Magen über, der mit einem größeren, kopfwärts gerichteten Blindsack, der Leber, versehen ist; der Darm ist kurz, gerade und mündet auf der Unterseite (etwas nach der linken Seite hin) nicht sehr weit vom hinteren Ende (so daß die Länge des Schwanzes nicht bedeutend ist). Das Gefäßsystem ist dadurch merkwürdig, daß ein abgegrenztes Herz fehlt; dagegen pulsieren sämtliche größeren Gefäße. Es befindet sich unterhalb des Kiemensackes ein unpaarer Gefäßstamm (dem Herzen und Kiemenarterienstamm der Fische entsprechend), der das venöse Blut aus dem Körper empfängt und von dem nach jeder Seite Aeste zu den Kulissen gehen, welche die Kiemenspalten trennen; an diesen Aesten sitzen kleine pulsierende Anschwellungen (eine für jede Kulisse). Oberhalb des Kiemensackes münden die Kiemengefäße in ein Paar Längsstämme, die sich am Ende des Kiemensackes vereinigen und die Aorta bilden (vergl. die Fische). Es ist das gleiche Leberpfortadersystem wie bei anderen Wirbeltieren vorhanden. Rote Blutkörperchen fehlen. Das Lymphgefäßsystem scheint nur durch einige Spalträume an verschiedenen Stellen des Körpers vertreten zu sein. Die Excretionsorgane sind sehr von dem verschieden, was wir bei anderen Wirbeltieren antreffen. Es findet sich auf jeder Seite in der engen Leibeshöhle oberhalb des Kiemensackes eine Reihe kurzer Röhren, die mit je einer

1) Der obigen Darstellung der Entwicklung der Peribranchialhöhle fügen wir noch folgendes zu: Die genannten Längsfalten werden nahe der Bauchseite angelegt, und nachdem sie miteinander verwachsen sind, umschließen sie zunächst ein enges Rohr auf der Bauchseite, in das die zuerst gebildeten Kiemenöffnungen einmünden; das Rohr dehnt sich allmählich beiderseits nach oben aus und umwächst so den Darmkanal. Die hinteren Kiemenspalten bilden sich erst nach der Anlage der Peribranchialhöhle, münden somit zu keiner Zeit direkt nach außen.

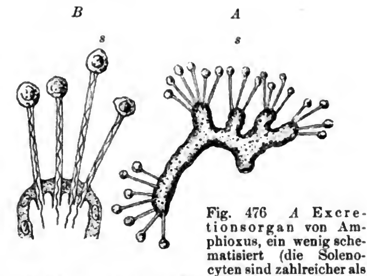


Fig. 476 *A* Excretionsorgan von Amphioxus, ein wenig schematisiert (die Solenocyten sind zahlreicher als angegeben). *B* einer der Endäste stärker vergrößert. *o* Oeffnung in die Peribranchialhöhle, *s* Solenocyten.

Oeffnung in die Peribranchialhöhle ausmünden; sie sind mit kurzen Aesten versehen, die am Ende ähnliche Solenocyten tragen wie die Excretionsorgane mancher Borstenwürmer (vergl. Fig. 187—88, S. 221—22). Die Geschlechter sind getrennt, die Geschlechtsorgane sind durch zahlreiche Eierstock- resp. Hodenpaare repräsentiert, die in der Leibeswand, an deren der Peribranchialhöhle zugekehrten Seite, liegen; Eier und Same werden durch Bersten der Organe in die Peribranchialhöhle entleert und gelangen durch deren Oeffnung nach außen. Die Furchung ist total, die Blastula einschichtig, Ento- und Ectodermzellen wenig verschieden (Gastrulabildung ungefähr nach dem Fig. 55 abgebildeten Typus). Bald nach der Gastrulation, wenn erst die ersten Anlagen des Nervensystems und des Mesoderms vorhanden sind, verläßt der Embryo als ovale bewimperte Larve die Eihülle und schwimmt im Wasser umher. Auch in den folgenden Stadien, in denen der Körper sich allmählich verlängert und umbildet, führt das Tierchen eine ähnliche Lebensweise, während der erwachsene Amphioxus eine Bodenform ist.

Amphioxus nimmt in manchen Punkten die ursprünglichste Stellung unter allen Wirbeltieren ein (Skelet, Nervensystem, Entwicklung etc.), während er in anderen Punkten eigenartig und keineswegs ursprünglich ausgebildet ist (Peribranchialhöhle etc.).

An den europäischen Küsten lebt der farblose, bis 7 cm lange *Amphioxus* (*Branchiostoma*) *lanceolatus*. Er findet sich bereits auf ziemlich seichtem Wasser (aber auch tiefer); gewöhnlich ist er in den Sand eingesenkt, aus dem nur das Vorderende mit der Mundöffnung hervorragt, so daß die Wassereinströmung in die Kiemenhöhle unbehindert stattfinden kann; wenn er gestört wird, zieht er sich ganz in den Sand zurück. Selten schwimmt er umher.

2. Klasse. Pisces, Fische.

Der Leib ist im allgemeinen spindelförmig; Kopf, Rumpf und Schwanz gehen allmählich ineinander über; letzerer ist sehr muskulös; ein Hals ist nicht entwickelt und die Beweglichkeit des Kopfes gewöhnlich sehr gering. Der Schwanz ist fast stets mehr oder weniger zusammengedrückt, bei den Knochenfischen in der Regel auch der Rumpf (Fig. 477, 2), die Kompression kann sogar bei manchen sehr hochgradig werden (3), wie bei den Flundern, so daß der Körper eine senkrechte Platte wird; seltener ist er ganz rund (1). Bei den Haien (4—5) ist der

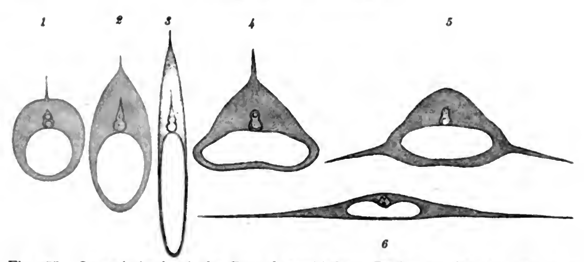


Fig. 477. Querschnitt durch den Rumpf verschiedener Fische, um die Leibesform zu demonstrieren. Schemata. *1* Querschnitt eines aalartigen Fisches, *2* gewöhnliche Fischform (Knochenfisch), *3* Querschnitt eines stark zusammengedrückten Fisches, *4* eines Haies, *5* desselben durch die Brustflossen, *6* eines Rochen (durch die Brustflossen). — Orig.

Rumpf oft im Querschnitt einigermaßen dreieckig mit abgeplattetem Bauch; hiervon ist die Leibesform der Rochen (6) mit ganz plattem Rumpf abzuleiten. Die Längsausdehnung des Körpers ist äußerst verschieden: es gibt Fische von mittlerer Länge. von denen einerseits ganz kurze klumpige Formen, andererseits sehr gestreckte, schlangenförmige Gestalten sich ableiten lassen. Gewöhnlich sind zwei Paar, in der Regel verhältnismäßig schwach entwickelte, plattenförmige Gliedmaßen vorhanden (zuweilen fehlt das hintere oder sogar beide Paare); für die Knochenfische eigentümlich ist es, daß die Hintergliedmaßen, die Bauchflossen, oft weit nach vorn, in die Nähe der Vordergliedmaßen, der Brustflossen, oder sogar vor dieselben vorrücken können. Längs der Rückenseite des Rumpfes und des Schwanzes und längs der Unterseite des letzteren findet sich eine meist in mehrere Stücke geteilte unpaare Hautfalte, die unpaaren Flossen. Wenn letztere in mehrere Abschnitte geteilt ist, findet sich in der Regel einer um das Schwanzende herum: Schwanzflosse, einer oder mehrere an der Dorsalseite des Rumpfes und des Schwanzes: Rückenflosse, und einer oder mehrere an der Unterseite des Schwanzes: Afterflosse [1]).

Abweichend von dem gewöhnlichen Verhalten findet man bei den Rochen eine gewaltige Entwicklung namentlich der Vordergliedmaßen, welche wie zwei Flügel das Tier bewegen, während der Schwanz zu einem unbedeutenden schwachen Anhang rückgebildet ist.

Der Epidermis der Fische fehlt, wie vorhin erwähnt, eine Hornschicht; nur an einzelnen Hautpartien kann eine solche vorhanden sein. Die Zellen der äußersten Lage sind oft mit einer dünnen Cuticularplatte versehen. In der Epidermis eingeschlossen finden sich ver-

1) Auf einer gewissen Entwicklungsstufe, oft noch beim neugeborenen Fisch, bei anderen in der Embryonalperiode, sind die unpaaren Flossen durch einen zusammenhängenden Flossensaum repräsentiert, der längs der Mitte der Rückenseite des Rumpfes und Schwanzes, um die Spitze des letzteren herum, und längs seiner Unterseite und eines Teils des Rumpfes verläuft. Bei gewissen Fischen erhält sich dieser Saum ungeteilt das ganze Leben hindurch (stets schwindet jedoch der vor dem After an der Bauchseite befindliche Teil); häufiger aber zerfällt er in die oben erwähnten Abschnitte.

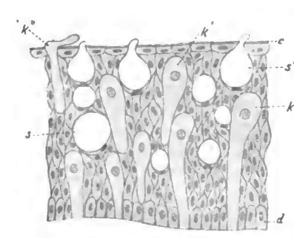


Fig. 478. Querschnitt der Epidermis eines Knochenfisches. *c* Cuticula auf der Außenfläche des Epithels, *d* tiefste Zellenlage der Epidermis, *k* Kolbenzelle auf ihrem ursprünglichen Platz, *k'* ähnliche auf Wanderung begriffen, *k''* im Begriff das Epithel zu verlassen. *s* Schleimzelle, *s'* in Wanderung begriffen.

schiedene Arten schleimerzeugende Zellen (Schleimzellen, Kolbenzellen), die allmählich nach der Oberfläche hinausrücken und schließlich durch diese ausgestoßen werden, indem sie gleichzeitig bersten; ihr Inhalt verleiht der Haut der Fische ihr schleimiges Gepräge. Echte Drüsen sind nur selten in der Haut vorhanden. — Das Corium enthält sehr allgemein Verknöcherungen, von denen die bekanntesten die sog. Schuppen sind, dünne Knochenplatten, die in

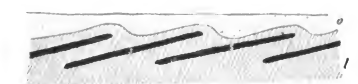


Fig. 479. Schnitt durch die Haut eines Knochenfisches; Schema, um die Lage der Schuppen zu zeigen. *l* Corium, *o* Epidermis, *s* Schuppen.

entsprechenden Höhlungen des Coriums liegen; oft sind sie so locker mit letzterem verbunden und liegen so dicht unter der Oberfläche (von dieser nur durch eine dünne Bindegewebsschicht und die Epidermis getrennt), daß sie sich bei Berührung des Fisches gleich loslösen und ausfallen; sie decken sich in der Regel dachziegelartig (der deckende Rand ist der hintere) und sind dann regelmäßig reihenförmig geordnet. Man unterscheidet Cycloid- und Ctenoidschuppen; letztere besitzen längs des Hinterrandes feine, zahnartige Spitzen, die den ersteren fehlen. Die Schuppen, die besonders bei den Knochenfischen vorkommen, sind übrigens nur eine Form der Corium-Verknöcherungen und nicht scharf von anderen Formen: Knochenplatten, -schildern, -dornen etc., getrennt, die bei manchen Fischen vorkommen. Ganz verschieden ist dagegen eine andere Art fester Teile, die in der Fischhaut vorkommen, nämlich die Haut-Zähne, die namentlich bei den Selachiern entwickelt sind, bei denen sie häufig die ganze Oberfläche bedecken; auch bei den Knochenganoiden und bei den Panzerwelsen unter den Knochenfischen sind Hautzähne, in geringerer Anzahl, vorhanden; sie sind hier den unterliegenden Knochenplatten angeheftet [1]. Bau und Entwicklung dieser Zähne entspricht ganz denen der Mundhöhlen-Zähne: sie bestehen aus Zahnbein und Schmelz, die in gewöhnlicher Weise gebildet werden; sie liegen nicht im Corium eingeschlossen, wie es meistens mit den Corium-Verknöcherungen der Fall ist [2], sondern ragen mit

1) Mit den Hautzähnen sind die feinen, zahnartigen Spitzen nicht zu verwechseln, die längs des Hinterrandes der oben genannten Ctenoidschuppen vorhanden sind und nur besonders entwickelte Teile der Knochenmasse dieser letzteren darstellen.

2) Nicht ganz selten findet man jedoch bei den Fischen, daß echte Corium-Verknöcherungen mit einer größeren Fläche oder mit hervorragenden Spitzen entblößt liegen.

ihrem Ende aus der Haut hervor; sie fallen aus und werden durch neue ersetzt, während die Corium-Verknöcherungen allmählich mit dem Tier wachsen, nicht ausfallen und nicht erneuert werden. Die Form der Hautzähne ist verschieden, zuweilen sind sie mehrspitzig etc., meistens sind sie klein, können aber auch eine ansehnliche Größe erreichen (Rochen).

Sehr verbreitet findet man bei den Fischen einen Farbenwechsel, derart, daß der Fisch im Laufe kurzer Zeit resp. ganz dunkel oder sehr hell werden kann, oder auch streifenweise hell und dunkel.

Bei nicht wenigen Fischen, besonders Tiefseeformen, findet man Leuchtorgane (Fig. 38, S. 41), die dem bloßen Auge als größere oder kleinere Flecken erscheinen. In einigen Fällen (*A*) haben diese Organe den Bau einer echten Drüse, mit Ausführungsgang; häufiger ist es eine Zellengruppe unter der Haut ohne Zusammenhang mit der Oberfläche. Die Zellen sind in beiden Fällen körnig und die ganze Gruppe gewöhnlich nach innen zu mit einer Pigmentschicht umgeben; mit den Leuchtorganen, die geschlossen sind, ist ferner oftmals eine linsenartige Zellengruppe verbunden (*B*).

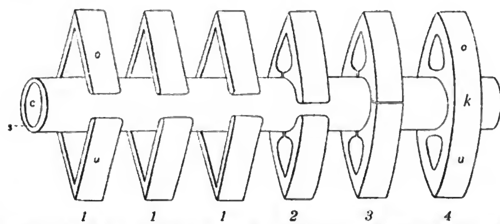


Fig. 480. Schema zur Erläuterung der Wirbelbildung der Fische. *1* obere und untere Bogen dachförmig der Chordascheide angefügt. *2* ebenso, aber die Bogen sind derartig gebildet, daß sie die Chordascheide oben und unten decken. *3* obere und untere Bogen begegnen sich seitlich. *4* obere und untere Bogen sind seitlich verwachsen und bilden somit einen Wirbelkörper. *c* Chorda, *s* Chordascheide, *o* oberer, *u* unterer Bogen, *k* Wirbelkörper. — Orig.

Bei den Cyclostomen und Selachiern besteht das Skelet, abgesehen von der Chorda, ausschließlich aus Knorpel, der aber häufig teilweise verkalkt, d. h. in die Intercellularsubstanz Kalksalze aufnimmt; bei den übrigen: Ganoiden, Lungen- und Knochenfischen, wird der Knorpel, der auch bei ihnen ursprünglich das ganze Skelet bildet, mehr oder weniger vollständig durch wirkliche Knochen ersetzt, die aus echtem Knochengewebe bestehen; manchmal bleiben aber bedeutende Partien des Knorpels zeitlebens bestehen.

Das Rückgrat besteht bei einzelnen Formen allein aus der zylindrischen Chorda und deren Scheide (*Myxine*). Bei anderen gesellen sich hierzu sog. obere Bogen (Fig. 480, 1), eine Reihe kurzer dachförmiger knorpeliger oder teilweise verknöcherter Stücke, die oben auf der Chordascheide reiten. Auf der Unterseite der Chorda sind am Schwanzteil des Rückgrates ähnliche untere Bogen angebracht; am

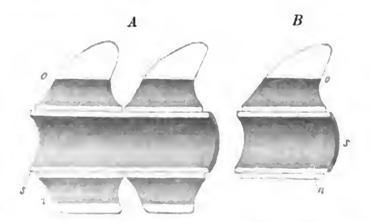


Fig. 481. *A*. Längsschnitt eines Stückes des Rückgrates des Schwanzes von einem Knorpelganoiden. *B*. Aehnlicher vom Rumpf. Schemata. Chorda entfernt. Die weißen Flächen sind Schnittflächen. *n* unterer, *o* oberer Bogen, *s* Chordascheide. — Orig.

Rumpfteil ist jeder untere Bogen in zwei Hälften getrennt, indem der untere Teil fehlt. Meistens entspringt von der Innenseite jeden Bogens jederseits eine Kante, welche der Chordascheide oben und unten anliegt (2). Derart verhalten sich: Lamprete, Chimären, Knorpelganoiden, Lungenfische. Bisweilen, z. B. beim Stör (Knorpelganoide), begegnen

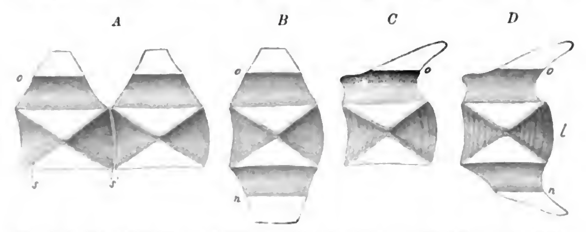


Fig. 482. Längsschnitte verschiedener Fischwirbel. Schemata. Die weißen Flächen sind Schnittflächen. *A* Rumpfwirbel, *B* Schwanzwirbel eines Haies. *C—D* dasselbe von einem Knochenfisch. *l* Wirbelkörper, *n* unterer, *o* oberer Bogen. *s* Chordascheide, *s'* derjenige Teil derselben, der die zwei Wirbel miteinander verbinden. — Orig.

sich am vorderen Teil des Rückgrates die oberen und unteren Bogen seitlich (3); die Chorda ist dann ringsum von einem knorpeligen Ring überdeckt. Bei der großen Mehrzahl der Fische geht dies einen

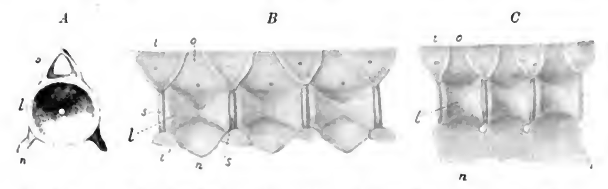


Fig. 483. Wirbel von einem Hai (*Acanthias*). *A* Rumpfwirbel vom Ende gesehen (Chorda und Chordascheide entfernt), *B* drei ähnliche von der Seite, *C* Schwanzwirbel von der Seite. *i* oberes, *i'* unteres Intercalare; *l* Wirbelkörper; *n* unterer, *o* oberer Bogen; *s* Chordascheide. — Orig.

Schritt weiter: die oberen und unteren Bogen sind in der ganzen Länge des Rückgrats seitlich verwachsen, und je ein oberer und unterer Bogen bilden somit zusammen eine Reihe von Wirbeln, jeder mit einem Stück Chorda in der Mitte (4). Der Ring, der die Chorda umgibt, der Wirbelkörper (der also aus Teilen der Bogen besteht), ist bei den meisten Fischen nach innen stark verdickt, am stärksten nach der Mitte zu, so daß es einen kurzen Zylinder darstellt, der sanduhrförmig an beiden Enden ausgehöhlt ist: bikonkave (amphicöle) Wirbel. Die Chorda (Fig. 485) hat demgemäß die Form einer Perlschnur, indem sie entsprechend der Mitte jedes Wirbels stark eingeschnürt ist; manchmal zerfällt die Chorda sogar in eine Reihe getrennter Stücke, indem das Loch in der Mitte geschlossen sein kann. Die Chordascheide tritt nur in Gestalt kurzer Ringe zwischen den Rändern der Wirbelkörper an die Oberfläche.

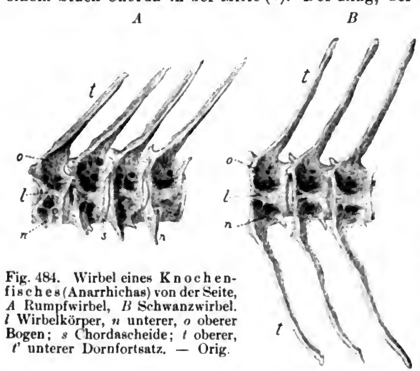


Fig. 484. Wirbel eines Knochenfisches (Anarrhichas) von der Seite, *A* Rumpfwirbel, *B* Schwanzwirbel. *l* Wirbelkörper, *n* unterer, *o* oberer Bogen; *s* Chordascheide; *t* oberer, *t'* unterer Dornfortsatz. — Orig.

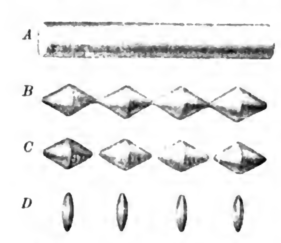


Fig. 485. Chorda-Stücke: *A* Stör, *B* Knochenfisch, *C* anderer Knochenfisch, *D* Säugetier. Schematisch. — Orig.

Die Bogen, resp. die Wirbel, bestehen bei den Cyclostomen und Selachiern aus Knorpel, der bei den letzteren teilweise verkalken kann; bei den Lungenfischen und Knorpelganoiden aus Knorpel, der teilweise verknöchert; bei den Knochenganoiden und Knochenfischen wesentlich aus Knochen.

Die Oeffnungen zwischen den oberen, manchmal auch zwischen den unteren Bogen werden bei den Selachiern von knorpeligen Schaltstücken (*Intercalaria*) ausgefüllt (*i*, Fig. 483) und so die das Rückenmark umschließende Röhre vervollständigt. Die Intercalaria sind aufzufassen als Bogen, die nicht zu Wirbeln zusammengetreten sind.

An die Rumpfwirbel heften sich bei den meisten Ganoiden, Knochen- und Lungenfischen wohlentwickelte knöcherne (oder teilweise verknöcherte) Rippen; bei einigen Selachiern sind die Rippen ebenfalls ganz wohlentwickelt (knorpelig), bei den meisten sind sie aber kurz oder

rückgebildet; bei den Cyclostomen fehlen sie [1]). Ein Brustbein fehlt, und die Rippen treten miteinander unten in der Mittellinie nicht zusammen.

Eine besondere Betrachtung verdient der im hintersten Ende des Schwanzes liegende Teil des Rückgrats und seine Beziehungen zur Schwanzflosse (Fig. 487). Bei einer geringeren Anzahl Fische (Cyclostomen, Lungenfische) ist das hintere Ende der Wirbelsäule gerade, und oben und unten findet sich ein fast gleich großer Teil der Schwanzflosse, deren oberer Teil also mit der unteren kongruent ist: man sagt dann, der Fisch sei diphycerk. Bei den allermeisten Fischen ist dagegen der hintere Teil der Wirbelsäule schräg nach oben gekrümmt und die an ihrer Unterseite sitzende Flossenportion dann in der Regel weit stärker als die obere entwickelt. Bei den meisten Haien, den Knorpelganoiden und Lepidosteus ist dieses Verhältnis sehr deutlich: heterocerke Fische (Fig. 487 *A—B*). Innerhalb der Knochenfische findet man bei einigen, z. B. bei den Lachsen (*C*), Verhält-

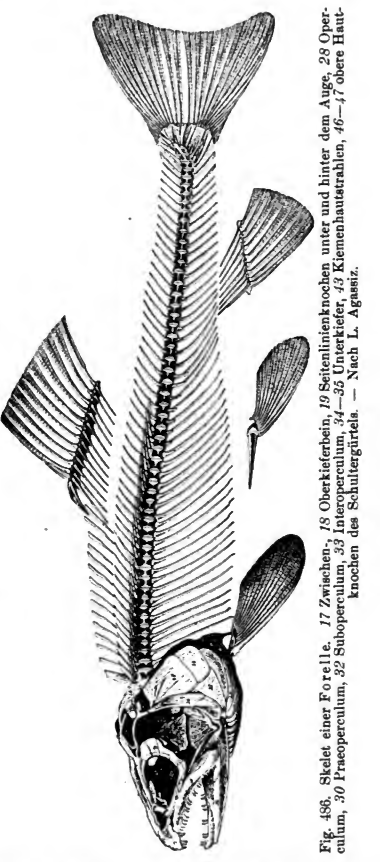


Fig. 486. Skelet einer Forelle. *17* Zwischen-, *18* Oberkieferbein, *19* Seitenlinienknochen unter und hinter dem Auge, *28* Operculum, *30* Praeoperculum, *32* Suboperculum, *33* Interoperculum, *34—35* Unterkiefer, *43* Kiemenhautstrahlen, *46—47* obere Hautknochen des Schultergürtels. — Nach L. Agassiz.

1) Bei *Polypterus* sind außer den gewöhnlichen (unteren) Rippen, welche nahe der inneren Seite der Bauchwand liegen, noch eine Reihe oberer Rippen ausgebildet, welche sich in die Muskulatur hineinstrecken; Spuren von diesen, welche ebenso wie die unteren Rippen knorpelig vorgebildet sind, können auch bei Knochenfischen in Form kleiner Knorpelstücke vorkommen. Diese oberen Rippen werden den Rippen

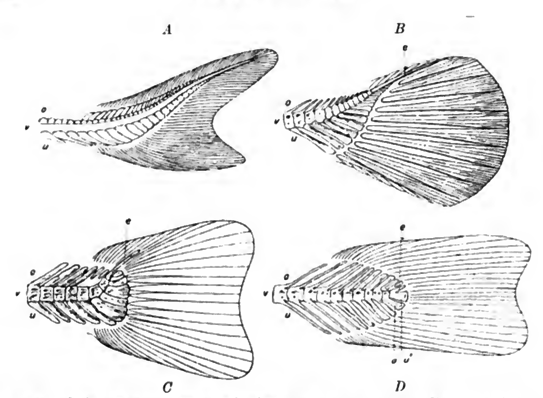


Fig. 487. Ende des Schwanzes verschiedener Fische: *A* Stör, *B* Knochenhecht, *C* Lachs, *D* Dorsch. *e* aufgebogene Endpartie des Rückgrats, *o* obere Bogen, *u* untere Bogen, *u'* der letzte untere Bogen, mit *e* verwachsen, *v* Rückgrat. In *C* war die aufgebogene Partie der Wirbelsäule teilweise zwischen den beiden Hälften der Schwanzflossenstrahlen, von denen die linke hier entfernt ist, eingeschlossen. — Zum Teil Original, zum Teil Kopie.

nisse, die sich eng hieran anschließen: eine allerdings verkürzte, aber immerhin noch recht ansehnliche Endpartie des Rückgrates, bestehend aus einigen Wirbeln und dem ungegliederten Chordaende, ist aufwärts gebogen, und oberhalb dieser Endpartie liegt eine kleine, unterhalb derselben eine sehr große Flossenpartie; beide sind zusammen derartig geformt, daß das Schwanzende äußerlich symmetrisch wird, woran bereits bei den ausgeprägt heterocerken Fischen Anklänge zu finden sind (*A* und *B*). Bei den meisten Knochenfischen ist aber der aufgebogene Teil des Rückgrates stark verkürzt, ungegliedert, oft minimal und dann schwierig nachzuweisen (*D*); unterhalb desselben liegt der hinterste untere Bogen in Gestalt einer senkrechten Platte, die (entweder allein oder mit einem oder mehreren davorliegenden unteren Bogen zusammen) derartig in der Verlängerung der Wirbelreihe steht, daß es den Anschein hat, als ob sie das Endglied des Rückgrats wäre. Die Flosse verhält sich wie bei den Lachsen: oberhalb der aufgebogenen Rückgratspitze eine kleinere, unterhalb eine größere Flossenportion; das Schwanzende ist aber äußerlich symmetrisch. Fische mit einem Schwanz wie *C* und *D* werden homocerk genannt. — Beim Embryo, in manchen Fällen auch noch beim neugeborenen Jungen, ist die Chorda immer eine Zeitlang auch hinten ein gerader Stab (Fig. 514); später biegt sich das hintere Ende auf. Bei den gewöhlichen Knochenfischen ist der aufgebogene hintere Teil

der Selachier gleichgestellt, die ähnliche Lagerung haben. Demnach sind die Rippen der Fische von zweierlei Art: bei den Selachiern kommen nur die oberen Rippen vor, bei den meisten Ganoiden und Knochenfischen und bei den Lungenfischen nur die unteren, bei Polypterus und einigen Knochenfischen beide.

bei den Jungen verhältnismäßig weit größer und deutlicher als bei den Erwachsenen.

Der Schädel ist noch bei den Cyclostomen äußerst schwach ausgebildet und besteht teilweise aus Bindegewebe. Bei den Selachiern ist es dagegen eine große wohlausgebildete Knorpelkapsel (oft teilweise verkalkt). Bei den Knorpelganoiden und Lungenfischen ist der Schädel eine ähnliche dickwandige Knorpelkapsel, die aber teilweise mit Deckknochen überkleidet wird, während sie bei Knochenganoiden und Knochenfischen nicht allein von Deckknochen überdeckt wird, sondern auch in geringerer oder größerer Ausdehnung verknöchert[1]),

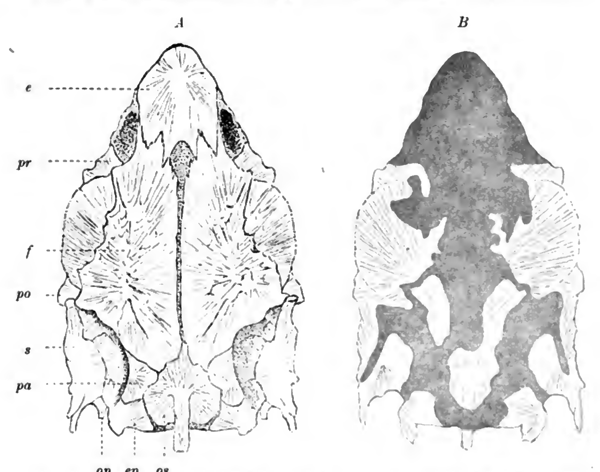


Fig. 488. *A* Schädel eines Lachses (*Salmo sp.*), von oben gesehen; an einigen Stellen tritt der Knorpel hervor (punktiert). Bezeichnung wie in der Fig. 489. *B* ähnlicher Schädel, ebenso gesehen; derselbe hat in einer Farbstofflösung gelegen, welche die Knorpelteile desselben dunkel gefärbt hat; die Knochen, welche die Farbe nicht angenommen haben, nachher durchsichtig gemacht. Man sieht die sämtlichen ansehnlichen Ueberreste des knorpeligen Schädels. — Orig.

d. h. durch Knochengewebe ersetzt wird, das geradezu die Stelle des Knorpels einnimmt; dabei erhalten sich übrigens immer Teile des letzteren, oft sogar ansehnliche, das ganze Leben hindurch. Der Basalteil des Schädels ist hinten, wo er mit dem ersten Wirbelkörper zusammentrifft, gewöhnlich (Haie, Knochenfische) wie ein Wirbelkörper ausgehöhlt; oft findet sich an jeder Seite des Hinterhauptsloches eine

1) Auch bei den Lungenfischen tritt eine einzelne Verknöcherung in dem Kopfknorpel auf, der aber im übrigen, besonders bei Ceratodus, in großer Ausdehnung bestehen bleibt.

Gelenkfläche, die einer ähnlichen am 1. Wirbel entspricht[1]); die Beweglichkeit des Schädels im Verhältnis zum Rückgrat ist durchweg eine recht beschränkte. bei den Lungenfischen und Knorpelganoiden ist der Schädel sogar mit dem Vorderende des Rückgrates verwachsen, eine Grenze nicht nachzuweisen. An den Seiten des Schädels ist eine Aushöhlung, in der die Augen ihren Platz haben, oben von einer dachförmigen Kante des Schädels überdeckt; bei den meisten Knochenfischen ist der Schädel an dieser Stelle, zwischen den beiden Augen, zu einer dünnen, knorpeligen oder bindegewebigen Platte (*Septum interorbitale*) zusammengedrückt. Vorn am Schädel findet sich ein Paar kleinerer Vertiefungen für die Geruchsorgane.

Bei den Knochenfischen — denen auch die Knochenganoiden sich im ganzen anschließen — ist der Schädel aus größeren oder kleineren Knorpelpartien und einer Anzahl getrennter Knochen zusammengesetzt. Von den im Knorpel (durch Verknöcherung) gebildeten Knochen führen wir an: vier Hinterhauptsbeine (*Occipitalia*), ein unteres (*Basioccipitale*), ein oberes (*Occipitale superius*) und zwei seitliche (*Occipitalia lateralia*); alle vier, oder nur ersteres und die beiden letzteren, umgeben das Hinterhauptsloch; ferner einige Knochen in der Umgebung des Labyrinths, von denen das Felsenbein (*Prooticum* oder *Petrosum*) das wichtigste ist (die anderen sind: *Epioticum* und *Opisthoticum*); einige im Basalteil und in den Seitenteilen des Schädels vor der letztgenannten Partie gebildete Knochen, die als Keilbeine (Orbitosphenoid, Alisphenoid und Basisphenoid) bezeichnet werden; eine Verknöcherung oben auf jeder Seite im Knorpel vor der Augenhöhle, das Vorderstirnbein (*Praefrontale*), und eine ähnliche hinter derselben, Hinterstirnbein (*Postfrontale*); eine Verknöcherung (oder zwei) am vorderen Ende des knorpeligen Schädels, das Ethmoid[2]). Von Deckknochen sind folgende die wichtigsten: ein Paar Stirnbeine (*Frontalia*, zuweilen, z. B. beim Dorsch, zu einem einzigen verwachsen), die das Dach der Augenhöhle bilden; hinter diesen

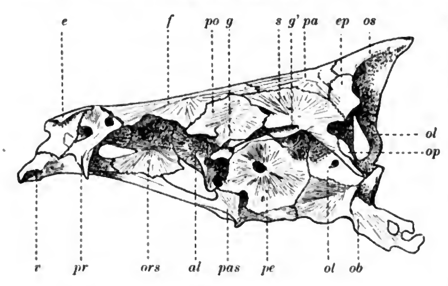


Fig. 489. Schädel eines Karpfenfisches, von der linken Seite. *al* Alisphenoid, *e* Ethmoid, *ep* Epioticum, *f* Stirnbein, *g—g'* Gelenkfläche für das obere Ende des Hyoidbogens, *ob*, *ol*, *os* unteres, seitliches und oberes Hinterhauptbein, *op* Opisthoticum, *ors* Orbitosphenoid, *pa* Scheitelbein, *pas* Parasphenoid, *pe* Petrosum, *po* Hinter-, *pr* Vorderstirnbein, *s* Squamosum, *r* Vomer. — Orig.

1) Bei den Rochen und Chimären ist auch unterhalb des Hinterhauptsloches eine (unpaare) Gelenkfläche entwickelt, während die wirbelkörperähnliche Aushöhlung fehlt.

2) Der in Fig 488 als Ethmoid bezeichnete Knochen des Lachses ist ein Deckknochen, scheint aber trotzdem dem Ethmoid anderer Fische zu entsprechen.

ein Paar Scheitelbeine (*Parietalia*), an der Seite der Scheitelbeine jederseits ein Schuppenbein (*Squamosum*); unten ein langer, platter, unpaarer Knochen, der den größten Teil des Unterrandes des Schädels bedeckt, das Parasphenoid, und vor diesem der gleichfalls unpaare Vomer. Außer den genannten können noch andere, aber weniger konstante Knochen vorhanden sein. — Bei den Knorpelganoiden sind, wie vorhin erwähnt, nur Deckknochen vorhanden, darunter ein Parasphenoid, Stirnbeine, Scheitelbeine und mehrere kleinere Knochen auf der Oberseite. Aehnlich verhalten sich auch die Lungenfische.

Die Deckknochen der Oberseite des Kopfes liegen bei manchen Fischen (Stör, Knochenganoiden, vielen Knochenfischen) sehr oberflächlich, nur von einer ganz dünnen Bindegewebsschicht und von der Epidermis bedeckt; bei anderen ist die Bindegewebslage an der Außenseite dicker.

An den Schädel heften sich oder schließen sich eine größere Anzahl Visceralbogen[1]), in der Regel 7 auf jeder Seite, selten mehr (einzelne Haie), die sich alle mit Ausnahme des vordersten unten in der Mittellinie mit einer Reihe unpaarer Knorpel- oder Knochenstücke (*Copulae*) vereinigen. Bei den Haien (Fig. 490 *A*) ist das vorderste Bogenpaar, die Kieferbogen, stärker als die folgenden und bilden den Mundrahmen, d. h. sie liegen in dem Rande der Mundöffnung. Jeder Kieferbogen besteht aus zwei Knorpeln. Zuoberst der Gaumenknorpel (*Palatoquadratum*, weniger glücklich „Oberkiefer“), der unterhalb des Schädels liegt und vorne und hinten mit ihm gelenkig oder mehr lose verbunden ist. Zuunterst der Unterkieferknorpel, mit dem anderen durch ein Gelenk verbunden. Sowohl Gaumen- wie Unterkieferknorpel verbinden sich vorne mit dem entsprechenden der anderen Seite. Der 2. Visceralbogen, der Zungenbeinbogen (Hyoidbogen), ist ebenfalls in zwei Stücke geteilt; von diesen ist das obere oben am Schädel befestigt und sein unteres Ende durch straffes Bindegewebe mit dem Kieferbogen verbunden. Die übrigen 5 (selten 6 oder 7) Visceralbogen, die Kiemenbogen, sind ein jeder in mehrere Glieder geteilt und an ihrem äußeren Rande mit feinen Knorpelstrahlen versehen (die in Fig. 490 entfernt sind), welche die Scheidewände zwischen den Kiemenspalten stützen (ähnliche auch am Zungenbeinbogen vorhanden[2])). — Bei den Ganoiden und Knochenfischen findet man ebenfalls 7 Visceralbogen. Der obere Abschnitt des Kieferbogens, der Gaumenknorpel, trifft bei den Knorpelganoiden vorn oben mit dem der anderen Seite zusammen, während er bei den übrigen von diesem getrennt ist. Dieser Abschnitt ist innig verbunden mit dem oberen Teile des Zungenbeinbogens, der oben am Schädel (Squamosum) eingelenkt ist und somit als Aufhängeapparat für den Kieferbogen dient, indem dieser selbst keine solche direktere Verbindung mit dem Schädel besitzt. Besonders ist die Verbindung des Gaumenknorpels

---

1) Wir haben oben ganz abgesehen von den Cyclostomen, deren Visceralskelet sehr von dem anderer Fische abweicht. Bei den Lampreten, bei denen es am besten ausgebildet ist — bei den anderen ist es sehr reduziert — finden wir als den Visceralbogen anderer Fische entsprechend ein zusammenhängendes, korbartig durchbrochenes Knorpelskelet, das die Kiemenregion stützt. Hierzu kommen noch einige Knorpel weiter vorne, die möglicherweise den vorderen Visceralbogen entsprechen.

2) Die Rochen verhalten sich, was die Visceralbogen betrifft, im ganzen wie die Haie, der Zungenbeinbogen bietet aber gewisse Eigentümlichkeiten dar, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann. — Bei manchen Haien finden sich vorn dicht am Kieferbogen auf jeder Seite zwei schwach entwickelte Knorpelbogen (die Lippenknorpel), die vielleicht als rudimentäre vorderste Visceralbogen aufzufassen sind.

und des Zungenbeinbogens bei den Knochenfischen sehr innig; bei diesen bilden sie einen zusammenhängenden Abschnitt, in dem der Knorpel größtenteils von Knochenstücken ersetzt ist. An diese Partie heftet sich teils der Unterkiefer-Knorpel (der Meckel'sche Knorpel), der hinten verknöchert ist und im übrigen von Knochen umgeben ist

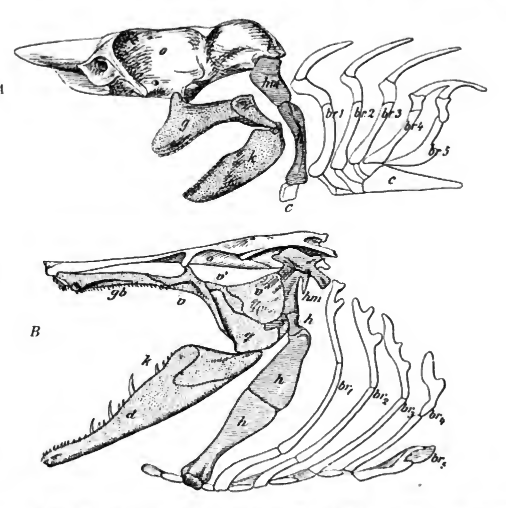


Fig. 490. *A* Schädel und Visceralbogen eines Haies, *B* desgl. von einem Hecht; die Bogen sind zum Teil künstlich auseinandergerückt; Zwischen- und Oberkiefer in *B* entfernt. Erster Visceralbogen punktiert, zweiter schraffiert. $br_1 - br_5$ erster bis fünfter Kiemenbogen (dritter bis siebenter Visceralbogen). *c* Copulae, *d* Dentale, *g* Gaumenknorpel, *gb* Gaumenbein, *hm* oberes Stück des Zungenbeinbogens (in *B* Hyomandibulare), *h* übriger Teil desselben, *k* Unterkiefer, *o* Augenhöhle, *q* Quadratbein, *s* Symplecticum, *v—v''* Flügelbeine (*v* Ecto-, *v'* Ento-, *v''* Metapterygoid). — Orig.

(der Knorpel ist als ein ziemlich dünner Strang bewahrt), — teils der untere Teil des Zungenbeinbogens (ebenfalls mehr oder weniger verknöchert). Von den fünf in der Regel teilweise verknöcherten oder von Knochenplatten überdeckten Kiemenbogen ist der hinterste bei den Knochenganoiden und den Knochenfischen stets kurz, indem nur das unterste Glied vorhanden ist; letzteres Knochenpaar, das in der Regel zahlreiche Zähne trägt, wird als untere Schlundknochen bezeichnet. (Obere Schlundknochen nennt man bei denselben Tieren das oberste, ebenfalls bezahnte Glied einiger der anderen Kiemenbogen.)

Bei den Knochenfischen ist die obere Partie des Kiefer-

bogens durch folgende Teile repräsentiert: unten und hinten durch das Quadratbein (*Quadratum*), mit Gelenkfläche für den Unterkiefer, dann durch mehrere Knochen, die als Flügelbeine (*Pterygoidea*) bezeichnet werden, endlich vorn durch das Gaumenbein (*Palatinum*). Von Deckknochen um den Meckel'schen Knorpel ist der wichtigste das große zahntragende Dentale, das vorn mit dem der anderen Seite zusammentrifft. Der obere Abschnitt des Zungenbeinbogens, der mit dem entsprechenden Teile des Kieferbogens verwachsen ist, wird durch zwei Knochen repräsentiert: das große, am Schädel eingelenkte Hyomandibulare und eine kleinere untere Verknöcherung (*Symplecticum*). — Ueber die mit dem Zungenbeinbogen verbundenen Hautknochen siehe unten beim Kiemenapparat.

Bei den Lungenfischen ist der obere Abschnitt des Kieferbogens fast in seiner ganzen Ausdehnung mit dem Schädel verwachsen, der Zungenbeinbogen dagegen frei.

Von den Visceralbogen unabhängig sind bei den Knochenfischen (und Knochenganoiden) vorn am Kopf jederseits zwei Hautknochen entwickelt, das Zwischenkieferbein (*Inter-* oder *Praemaxillare*) und das Oberkieferbein (*Maxillare*), von denen letzteres (das zuweilen durch mehrere getrennte Knochenstücke vertreten ist) hinter oder hinten und innen von ersterem seinen Platz hat; die

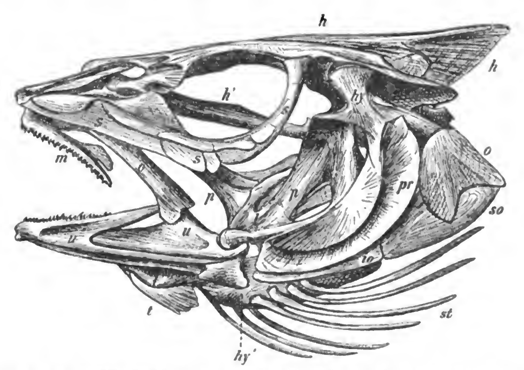


Fig. 491. Kopfskelet eines Dorsches. *h*–*h'* Schädel, *hy* Hyomandibulare, *hy'* unterer Teil des Zungenbeinbogens, *io* Interoperculum (vergl. S. 510), *l* Quadratbein, *m* Zwischenkiefer, *o* (links) Oberkiefer, *o* (rechts) Operculum, *p* Flügelbeine, *pr* Praeoperculum, *s* Seitenlinienknochen, *so* Suboperculum, *st* Kiemenhautstrahlen (S. 511), *t* Copula, *u* Unterkiefer. — Orig.

beiden Zwischenkiefer stoßen in der Mittellinie aneinander. Zwischen- und Oberkieferbeine sind gewöhnlich ziemlich locker mit dem vordersten Teil des Schädels verbunden und bilden den oberen Rand des Mundrahmens, während die um den Unterkiefer-Knorpel liegenden Knochen den unteren bilden.

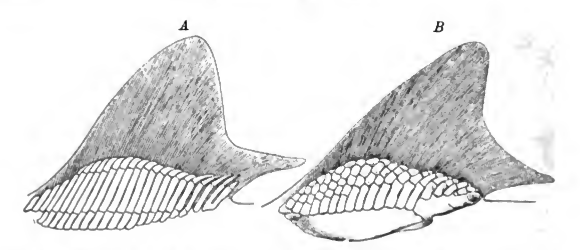


Fig. 492. Skelet der Rückenflosse von zwei verschiedenen Haien. Unten das Knorpelskelet, das in *A* aus einer Reihe gegliederter Knorpelstäbe zusammengesetzt ist; in *B* sind letztere teilweise, zu unterst, durch größere Knorpelstücke ersetzt. Oberhalb des Knorpelskelets die langen Hornfäden.

Das Skelet der unpaaren Flossen ist bei den Cyclostomen durch eine Reihe knorpeliger Stäbe vertreten, die sich proximal bis an das Rückgrat (also tief zwischen die Muskelmassen hinein), distal bis an den Rand der Flosse erstrecken. Bei den Selachiern (Fig. 492) besteht der Stützapparat der Rücken- und Afterflosse aus zwei ganz verschiedenen Teilen. Der eine Hauptteil ist ein knorpeliges Skelet, das bei einigen Selachiern aus einer Reihe einfacher, gegliederter Knorpelstäbe besteht, die dicht aufeinander folgen (*A*); bei anderen sind die proximalen Enden derselben durch größere Knorpelplatten ersetzt (*B*). Dieser knorpelige Teil des Stützapparats erstreckt sich teils zwischen die Muskelmassen hinein, teils mehr oder weniger weit in die Flosse, aber nicht bis an deren Rand. Der zweite Hauptteil des Flossenskelets sind hornartige, elastische Fasern, die sog. Hornfäden, die in mehreren Schichten im distalen Teil der Flosse liegen und mit ihren proximalen Enden rechts und links das distale Ende der Knorpelstäbe umfassen. An der Schwanzflosse sind die Verhältnisse einigermaßen ähnlich; hier ist aber der knorpelige Teil weniger entwickelt, an der Unterseite des Schwanzes größtenteils mit den unteren Bogen der Wirbel verwachsen; die Hornfäden verbinden sich somit hier scheinbar mit den unteren Bogen. — Bei den Knochenfischen (Fig. 493) besteht das Skelet der Rücken- und Afterflosse bei dem jungen Tier zunächst aus denselben zwei Hauptteilen wie bei den Selachiern. Die Hornfäden bleiben aber bald im Wachstum zurück und sind später beim Erwachsenen nur noch in rudimentärer Form am Rand der Flosse nachweisbar; dagegen bildet sich in der Flosse ein ganz neues Element aus, eine Reihe stabförmiger Verknöcherungen, die Knochenstrahlen, deren proximale Enden sich mit dem anderen Hauptteil des Flossenskelets verbinden, der den Knorpelstäben der Selachierflosse entspricht, die hier bei den Knochenfischen durch eine Reihe teilweise verknöcherter, dolchförmiger sog. Flossenträger vertreten sind, die ganz zwischen den Muskelmassen des Rumpfes resp. Schwanzes liegen und bis an oder zwischen die Dornfortsätze der Wirbel reichen; jeder Flossenträger besteht aus drei Gliedern, von denen das proximale (*t*, Fig. 493) viel länger als die beiden anderen und bei den meisten Knochenfischen mit dem folgenden Stück (*t'*) verschmolzen ist, während

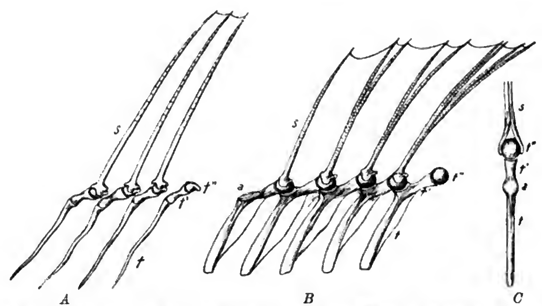


Fig. 493. *A* Flossenträger und Strahlen der Rückenflosse eines Meerals (*Conger*); am letzten Flossenträger ist der Strahl fortgelassen. *B* dasselbe von einem anderen Knochenfisch; die zwei Glieder *t* und *t'* des Flossenträgers verwachsen. *C* einzelner Flossenträger von *B* mit zugehörigem Strahl (letzterer abgeschnitten), von vorn. *a* Stelle des Flossenträgers, wo er sich mit dem vorhergehenden Flossenträger verbindet; *s* Strahl; *t*—*t'* die zwei ersten Glieder des Flossenträgers, *t''* das bewegliche Endglied. — Orig.

das distale (*t''*) frei ist. Von den Selachiern abweichend ist es, daß die Stäbe nicht in die Flosse selbst reichen, sondern nur bis an deren Basis. Das distale Stück (*t''*) wird umfaßt vom proximalen Ende des Knochenstrahls und ist sehr beweglich mit dem Stück *t'* verbunden. Hierdurch wird erreicht, daß die Knochenstrahlen aufgerichtet und niedergelegt werden können, indem gleichzeitig die die Strahlen verbindende Flossenhaut gefaltet wird. In der Schwanzflosse der Knochenfische heften sich die Strahlen an die Enden der oberen und unteren Bogen, und die Bewegung ist weniger ausgedehnt; besondere Flossenträger etc. sind hier nicht vorhanden.

Ganz ebenso wie die Knochenfische verhalten sich auch die Knochenganoiden. Bei den Knorpelganoiden und den Lungenfischen haben wir ebenfalls in der Rücken- und der Afterflosse eine Reihe dreigliedriger Knorpel- oder Knochenstäbe, deren distales Ende von den Knochenstrahlen [1]) umfaßt wird; das distale Endglied des Stabes ist aber nicht sehr beweglich, die Flosse im ganzen steif; die Stäbe erstrecken sich auch etwas weiter in die Flosse hinein als bei den Knochenfischen.

Man unterscheidet zwei Hauptformen von Knochenstrahlen: Weichstrahlen und Stachelstrahlen, zwischen denen sich jedoch Uebergänge finden. Ein ausgeprägter Weichstrahl (Fig. 493 *B*) ist gegliedert, d. h. der Quere nach in eine große Anzahl kurze, durch Bindegewebe verbundene Stücke geteilt, ferner ist er an der Spitze in mehrere hintereinander liegende (ebenfalls gegliederte) Aeste mehr oder weniger tief gespalten. Einigen Weichstrahlen fehlt aber diese Spaltung, und bei einigen ist dazu noch die Gliederung auf einen Endabschnitt des Strahles beschränkt oder fehlt gänzlich. Jeder Weichstrahl ist übrigens aus einer

1) Die Strahlen der Lungenfische sind wirklich knöchern, nicht, wie häufig angegeben, hornig.

rechten und linken Hälfte zusammengesetzt, die aber dicht aneinander gelagert sind und einander ganz genau entsprechen. Die Stachelstrahlen sind steife, spitzige, ungegliederte Knochenstäbe; auch sie sind aus je zwei Hälften zusammengesetzt, die aber entweder eng verbunden oder verschmolzen sind. Den Uebergang zwischen beiden genannten Strahlenformen bilden solche Strahlen, die, ohne gegliedert zu sein, dennoch biegsam sind. Während Weichstrahlen bei allen überhaupt mit knöchernen Strahlen versehenen Fischen vorhanden sind, finden sich Stachelstrahlen nur bei einem Teil davon und dann fast immer nur im vorderen Teil der betreffenden Flosse; in der Schwanzflosse fehlen sie.

Sehr auffällig ist die Aehnlichkeit des Stützapparats der Gliedmaßen, der paarigen Flossen, mit dem der soeben behandelten unpaaren. Auch in den Gliedmaßen kann man zweierlei Elemente unterscheiden: 1. ein knorpeliges resp. verknöchertes Skelet, das in der Körperwand und im proximalen Teil der Gliedmaßen liegt, 2. die Strahlen, bei den Selachiern Hornfäden, bei den Knochenfischen, Ganoiden und Lungenfischen Knochenstrahlen, die im distalen Teil der Gliedmaßen liegen. Das knorpelige Skelet zerfällt wieder in zwei Teile: a) den Extremitätengürtel, Schultergürtel resp. Becken, in der Leibeswand gelegen, und b) das Skelet der freien Gliedmaße.

Vordergliedmaßen. Der Schultergürtel ist bei den Selachiern und Lungenfischen ein unpaarer Knorpelbogen, der hinter den Kiemenbogen liegt und sich an den Seiten des Körpers hinauf erstreckt; bei den Lungenfischen ist er nach außen von einer Reihe Deckknochen überdeckt (vergl. die folgenden). Bei den Ganoiden und Knochenfischen (Fig. 494) ist der Gürtel stets in zwei Hälften geteilt, eine auf jeder Seite des Körpers, und es fügt sich an den Schultergürtel auf jeder Seite eine Reihe von Deckknochen, von denen der größte, ein länglicher, abgeplatteter, etwas gebogener Knochen, als Schlüsselbein (*Clavicula*) bezeichnet wird; mit ihrem oberen Ende heftet diese Knochenreihe sich an den hinteren Teil des Schädels. Bei den Knorpelganoiden ist der knorpelige Schultergürtel immerhin sehr wohlentwickelt, bei den Knochenganoiden und den Knochen-

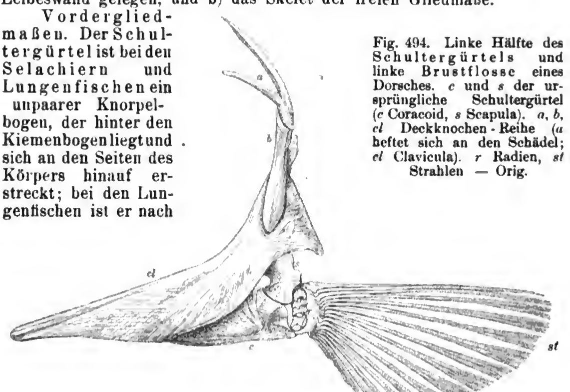


Fig. 494. Linke Hälfte des Schultergürtels und linke Brustflosse eines Dorsches. *c* und *s* der ursprüngliche Schultergürtel (*c* Coracoid, *s* Scapula). *a*, *b*, *cl* Deckknochen-Reihe (*a* heftet sich an den Schädel; *cl* Clavicula). *r* Radien, *st* Strahlen — Orig.

fischen, bei denen er größtenteils verknöchert ist [1]), ist er dagegen in der Regel sehr an Umfang reduziert und nur durch eine kleine Platte jederseits vertreten, die sich an das Schlüsselbein heftet. — Das Skelet der freien Gliedmaße wird bei den Selachiern aus einer größeren Anzahl plattenförmig angeordneter Knorpel gebildet. Am Grunde der Gliedmaße finden sich drei größere Knorpelstücke, die am Schultergürtel eingelenkt sind und an deren Rand sich eine größere Anzahl gegliederter Knorpelstrahlen, die Radien, heften, die bei den Haien dicht nebeneinander liegen, während sie bei den Rochen, wo sie sehr lang sind, etwas auseinander weichen. Bei den Ganoiden ist dieses Skelet an Umfang reduziert (Fig. 495 *B*, *C*), die Radien sind

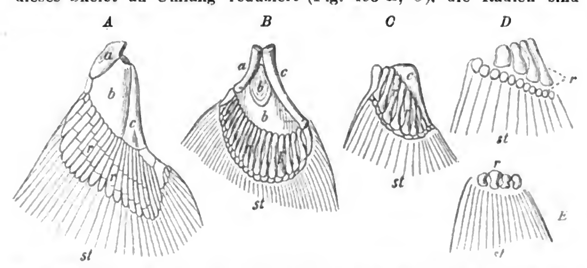


Fig. 495. Skelet der Vordergliedmaßen *A* eines Haies, *B* von *Polypterus* (einem Ganoiden), *C* von *Amia* (einem Ganoiden), *D* des Hechtes, *E* des Dorsches. *a*, *b*, *c* die drei größeren Knorpel (*b'* Verknöcherung in *b*), *r* Radien, *st* Flossenstrahlen resp. Hornfäden (nicht vollständig gezeichnet). — Größtenteils nach Gegenbaur.

kürzer, die großen Knorpel meistens weniger entwickelt oder fehlen zum Teil; dabei findet oft eine Verknöcherung gewisser Teile statt. Bei den Knochenfischen fehlen die großen Knorpel gänzlich, und die Radien sind durch zwei Querreihen von kleinen Knorpel- oder Knochenstückchen repräsentiert (*D*); die distale Reihe, die von der Basis der Knochenstrahlen umfaßt wird, besteht aus einer weit größeren Anzahl Stückchen als die proximale; manchmal, z. B. beim Dorsch, ist nur die proximale Querreihe allein übrig (*E*). Letztere ist oft unbeweglich mit dem Schultergürtel verbunden, dagegen sehr beweglich mit der distalen Querreihe. — Sehr abweichend verhalten sich die Lungenfische, bei denen durch die Mitte der langgestreckten Vordergliedmaßen ein langer gegliederter Knorpelstamm verläuft, der bei der Gattung Ceratodus (Fig. 496) zwei Reihen, bei Protopterus nur eine Reihe knorpeliger gegliederter Radien trägt (bei Lepidosiren fehlen die Radien ganz). — Der distale Teil der Gliedmaße wird bei den Selachiern von Hornfäden gestützt, die sich ebenso mit dem Knorpelskelet verbinden, überhaupt ähnlich verhalten wie in den unpaaren Flossen [2]). Bei den Knochenfischen, Ganoiden

1) Er enthält zwei Verknöcherungen, die als Schulterblatt und Coracoid bezeichnet werden (vergl. die Amphibien).

2) Die Hornfäden sind in den paarigen Flossen der Haie stark entwickelt. Bei den Rochen erstrecken sich dagegen die knorpeligen Radien fast bis an den Rand



und Lungenfischen finden sich in demselben Teil Knochenstrahlen von derselben Art wie in den unpaaren Flossen, meistens Weichstrahlen. Die Strahlen machen bei den Knochenfischen den weit überwiegenden Teil des Flossenskelets aus, neben welchem der knorpelige Teil ganz in den Hintergrund tritt (vergl. die unpaaren Flossen).

Hintergliedmaßen. Das Becken, das bei den Fischen nicht mit der Wirbelsäule verbunden ist, ist bei den Selachiern ein unpaares, querliegendes Knorpelstück an der Bauchseite des Tieres. Auch bei den Lungenfischen ist es eine ungeteilte Knorpelplatte. Bei den Ganoiden und Knochenfischen ist das Becken, das bei letzteren und bei den Knochenganoiden ganz oder teilweise verknöchert, in zwei zusammenstoßende Hälften geteilt[1]. — Die freie Gliedmaße schließt sich durchweg in ihrem Bau eng an die Vordergliedmaße an, nur ist es im ganzen etwas ärmlicher ausgebildet als diese.

Das Muskelsystem zeichnet sich durch die geringe Entwicklung aus, die in der Regel die Gliedmaßenmuskeln erreichen, im Gegensatz zur mächtig entwickelten Rumpf-Schwanz-Muskulatur, die in Form von vier großen Muskelmassen,

Fig. 496. Skelet der Vordergliedmaße von *Ceratodus*. *r* Radien, *s* gegliederter Knorpelstamm, *st* Strahlen. — Orig.

zwei an jeder Seite, sich dem Körper entlang erstrecken. Jeder dieser großen Muskeln zerfällt durch dünne bindegewebige Querscheidewände in eine Reihe kurzer Abschnitte (Myomeren), die aus Muskelfasern zusammengesetzt sind, die von der einen Scheidewand zur anderen gehen; die Scheidewände, die den Wirbeln entsprechen, sind in der Regel in eigentümlicher Weise gebuchtet. In den genannten Muskeln liegen bei manchen Knochenfischen zahlreiche feine, rippenähnliche Knochen, die am einen Ende den Rippen oder den Wirbeln angeheftet sind: Fleischgräten. Es sind Verknöcherungen in den bindegewebigen Scheidewänden der Muskeln, denen sie als Stützen dienen (sie sind nicht wie die Rippen knorpelig vorgebildet).

Bei einer Anzahl von Fischen kommen elektrische Organe vor, in denen Elektrizität erzeugt wird, die sich entlädt, z. B. wenn das Tier ergriffen wird[2]. Die wesentlichen Teile dieser Organe sind Scheiben, die meistens umgebildete Muskelfasern sind; das ganze Organ ist ein um-

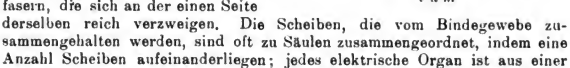
der Flossen, und dementsprechend sind die Hornfäden in der Brust- und Bauchflosse der Rochen wenig oder gar nicht entwickelt.

1) Bei einigen, z. B. beim Stör, fehlt das Becken völlig.

2) Auch bei anderen Tieren wird Elektrizität erzeugt; es ist z. B. längst bekannt, daß die Hautoberfläche positiv elektrisch ist, ebenso die Schwungfedern der Vögel. Auch in den Muskeln, im Herzen und im Nervensystem können galvanische Ströme nachgewiesen werden. Ueberhaupt ist es wahrscheinlich, daß elektrische Erscheinungen überall im Körper vorkommen, und die elektrischen Organe der Fische sind somit lediglich als Teile aufzufassen, in denen diese allgemeinen Erscheinungen einen besonders starken Ausdruck erhalten haben.

Fig. 497. Querschnitt des Schwanzes eines Rochen (*Raja*). *e* elektrisches Organ, *h* Hautzahn, *m* Muskeln. *o* oberer Bogen, *r* Rückenmark, *s* Chordascheide, *u* unterer Bogen, *v* Vene (darüber eine Arterie). — Orig.

gebildeter Muskel[1]). Die elektrischen Organe sind sehr nervenreich; an jede Scheibe treten Nervenfasern, die sich an der einen Seite derselben reich verzweigen. Die Scheiben, die vom Bindegewebe zusammengehalten werden, sind oft zu Säulen zusammengeordnet, indem eine Anzahl Scheiben aufeinanderliegen; jedes elektrische Organ ist aus einer



Anzahl solcher dicht nebeneinanderstehender Säulen zusammengesetzt. Die stärksten elektrischen Organe, die bei den verschiedenen Formen an verschiedenen Körperstellen liegen, findet man beim Zitterrochen (*Torpedo*), beim Zitterwels und beim Zitteraal; aber auch bei einigen anderen

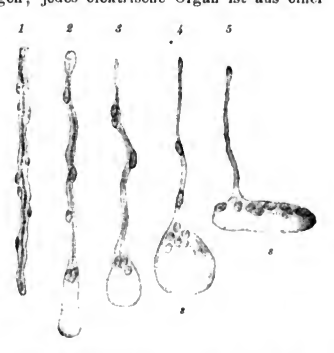


Fig. 498. *1.* Embryonale Muskelfaser des Zitterrochens. *2—5.* Verschiedene Stufen der Umbildung solcher in elektrische Scheiben (*s*): das eine Ende der Muskelfaser wird verdickt und breitet sich aus, der Rest wird zu einem dünnen Stiel. — Nach Babuchin.

Fischen kommen, wenn auch schwache, elektrische Organe vor, z. B. bei den einheimischen Rochen (*Raja*), deren elektrische Organe langgestreckte Spindeln sind, je eine an jeder Seite im Schwanze (Fig. 497).

Das Gehirn ist bei den Fischen von geringem Umfang und füllt die Schädelhöhle bei weitem nicht aus; diese ist wesentlich von der äußersten der das Gehirn umgebenden Häute (Exomeninx) ausgefüllt, die eine sehr bedeutende Dicke erreicht und aus Schleimgewebe besteht, in dem bei manchen (z. B. bei den meisten Knochenfischen) zahlreiche Fettzellen auftreten. Die Riechkolben sind bei manchen von ansehnlicher Länge, indem der Abstand zwischen den Riechorganen und der Hauptmasse des Gehirns oft sehr groß ist. Das Vorderhirn ist bei den Fischen in der Regel nicht wie bei anderen Wirbeltieren in zwei deutliche Hemisphären geteilt, sondern bildet eine Masse, die jedoch häufig eine Andeutung von Teilung darbietet; bei den Lungenfischen findet sich jedoch die gewöhnliche vollständige Teilung in zwei Hemisphären. Das Pallium ist bei Ganoiden und Knochenfischen (nicht aber bei den übrigen) bloß eine dünne Epithellage; bei denselben

1) Ob das für den Zitterwels gilt, ist unsicher; das Organ hat hier wahrscheinlich eine andere Herkunft.

beiden Gruppen ist das Vorderhirn gewöhnlich nur klein, kleiner als das Mittelhirn, während es bei Selachiern und Lungenfischen wohlentwickelt ist. Das Hinterhirn ist bei Cyclostomen und Lungenfischen nur klein (vergl. die Amphibien), bei den Selachiern, Ganoiden und Knochenfischen dagegen ansehnlich; bei den Selachiern erstreckt es sich sowohl nach vorn über das Mittelhirn als nach hinten über das Nachhirn hin[1]).

Die Riechorgane erscheinen im allgemeinen bei den Fischen als ein Paar grubenförmige Vertiefungen am vorderen Ende des Kopfes; die Schleimhaut dieser Gruben ist gewöhnlich radiär gefaltet. Bei den Selachiern liegen die Riechgruben auf der Unterseite der Schnauze vor dem Munde, häufig letzterem dicht angelagert. Gewöhnlich ist die Oeffnung der Grube von zwei gegenüberliegenden Hautlappen derartig überbrückt, daß gewissermaßen ein vorderes und ein hinteres Loch gebildet werden, die aber nicht vollständig getrennt sind. Bei den Ganoiden und den Knochenfischen verwachsen die genannten Hautlappen miteinander: es geht von der einen Seite des Grubenrandes zur anderen querüber eine schmälere oder breitere Hautbrücke, welche die Oeffnung in zwei teilt, eine vordere und eine hintere Nasenöffnung, von denen erstere nicht selten zu einer kleinen Röhre ausgezogen sein kann; selten (bei gewissen Knochenfischen) fehlt die Hautbrücke, so daß der Eingang zur Riechgrube ganz einfach wird. Bei den genannten Gruppen liegen die Riechgruben seitlich oder oben an der Schnauze. Bei den Lungenfischen ist die Riechgrube, die auf der Unterseite der Schnauze liegt, ebenso von einer breiten Hautbrücke überbrückt, die hintere Oeffnung liegt aber hier in der Mundhöhle, während die vordere vor der Mundöffnung liegt[2]) (vergl. die Amphibien).

Bei den Cyclostomen sind beide Riechgruben zu einem tiefen unpaaren röhrenförmigen Sack vereinigt, dessen Boden der oberen Wand der Mundhöhle nahe liegt, ja bei Myxine durchbohrt das Organ sogar die Decke der Mundhöhle und stellt eine an beiden Enden offene Röhre dar, welche die Mundhöhle mit der Oberfläche verbindet.

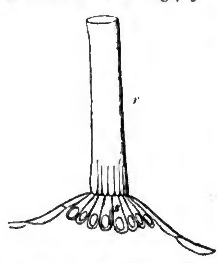


Fig. 499. Sinneshügel eines jungen Knochenfisches. r die Röhre, s stiftchentragende Zellen. — Nach F. E. Schulze.

Mit der Haut der Fische ist eine Gruppe eigentümlicher Sinnesorgane verbunden, die eine nicht geringe Aehnlichkeit mit Geschmacksknospen besitzen, indem sie aus Zellengruppen, modifizierten Teilen der Epidermis, bestehen, welche stiftchentragende Zellen enthalten, die jedoch von anderer Form sind als die der Geschmacksknospen. Diese Zellengruppen, Sinneshügel, an die Nerven hinantreten, sitzen zum Teil frei an der Körperoberfläche (z. B. bei den meisten Knochenfischen), in welchem Falle sie manchmal eine schornsteinartige Röhre (ein cuticulares Gebilde) tragen, welche die Stiftchen um-

1) Bei Ganoiden und Knochenfischen schiebt sich der vordere Teil des Hinterhirns dagegen in den Hohlraum des Mittelhirns hinein.

2) Die Angabe, auch sie läge in der Mundhöhle, ist falsch.

gibt und schützt (Fig. 499 *r*). In anderen Fällen senkt sich die Hautpartie, in der der Sinneshügel seinen Platz hat, in die Tiefe, so daß derselbe am Boden einer kleinen Grube zu liegen kommt; solches findet man z. B. beim Stör auf der Unterseite der Schnauze etc. und bei den Selachiern an verschiedenen Körperstellen („Grubenorgane"). Weiter findet man

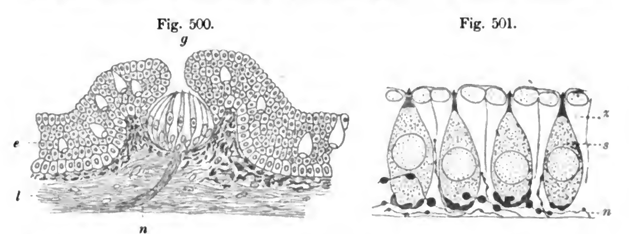


Fig. 500. Schnitt durch die Haut eines Rochens mit einem „Grubenorgan". *e* Epidermis (Kolbenzellen enthaltend), *l* Corium, *g* Eingang zur Grube, in dem der Sinneshügel sitzt; man sieht darin teils die stiftchentragenden Zellen, teils Stützzellen zwischen diesen. *n* Nerv. — Nach Ewart u. Mitchell.

Fig. 501. Schnitt durch die Wand einer Lorenzinischen Ampulle eines Haies. Starke Vergr. *s* stiftchentragende Zellen, von Nervenfäserchen (*n*) umsponnen; *z* Stützzellen. — Nach Retzius.

bei fast allen Fischen die Sinneshügel in der sog. Seitenlinie. Die Seitenlinie ist in den einfachsten Fällen eine offene Hautrinne, in welcher die Sinneshügel reihenweise angeordnet sind; meistens sind aber die Ränder der Rinne miteinander verwachsen, so daß die Seitenlinie eine unterhalb der Haut gelagerte Röhre wird, die jedoch mit einer Reihe von Oeffnungen versehen ist. Sie verläuft längs jeder Seite des Rumpfes und Schwanzes; auf dem Kopfe teilt sie sich gewöhnlich in mehrere Aeste, von denen einer quer über den Scheitel zieht, ein anderer oberhalb des Auges, ein dritter unterhalb des Auges — die beiden letzteren nach der Schnauzenspitze —, ein vierter am Unterkiefer entlang verläuft; bei manchen Knochenfischen läuft sie längs der Seite des Rumpfes und des Schwanzes durch eine Reihe von Schuppen, die entsprechend von je einem Loch durchbohrt sind[1]); am Kopfe wird sie teils von besonderen röhrenförmigen Hautknochen umschlossen, von denen z. B. gewöhnlich eine Reihe unterhalb des Auges sich findet (Fig. 491, *s*), teils von oberflächlichen Partien der Kopfknochen umgeben.

An die Sinneshügel-Organe reihen sich die eigenartigen, nur bei den Selachiern vorhandenen „Lorenzinischen Ampullen", lange, schleimerfüllte Röhren, die sich am einen Ende auf der Hautoberfläche (z. B. massenhaft am Kopf) öffnen, von hier aus unterhalb der Haut oft weithin erstrecken und am entgegengesetzten Ende eine Erweiterung besitzen, die durch radiäre Scheidewände gefächert und mit Ausbuchtungen versehen ist. Die Erweiterung ist von einem Epithel ausgekleidet, in dem ähnliche stiftchentragende Zellen wie in den Sinneshügeln regelmäßig verteilt sind (Fig. 501).

1) Dies ist natürlich so zu verstehen, daß die betreffenden Schuppen sich nach der Bildung der Röhre in der Umgebung der letzteren entwickelt haben.

Bezüglich der Funktion der Sinneshügel ist zu erwähnen, daß diese nach (speziell auf die Seitenlinie gerichteten) Versuchen die Empfindung der Bewegungen des Wassers: Wellenbewegungen, Bewegungen, die durch ins Wasser geworfene Gegenstände erzeugt werden, etc., zu vermitteln scheinen. Wenn der Nerv der Seitenlinie durchschnitten wird, empfindet der Fisch solche Bewegungen im Wasser nicht mehr.

Die Augen der Fische sind in der Regel verhältnismäßig groß; die Linse ist kugelförmig. — Bewegliche Augenlider fehlen; manchmal ist aber das Auge von einer niedrigen Kreisfalte umgeben, und bei einigen sind größere, aber unbewegliche Hautfalten an den Augen vorhanden; bei der Makrele und dem Hering findet man z. B. vor und hinter dem Auge eine durchsichtige Hautfalte, die jenes teilweise überdeckt.

Die Sclera besteht in der Regel zu äußerst aus einer Bindegewebsschicht, innen aus einer Knorpelschicht von verschiedener Dicke (sehr dick z. B. beim Stör); bei den Knochenfischen ist der Knorpel gewöhnlich in der Nähe der Hornhaut teilweise durch zwei Knochenplatten ersetzt, die zuweilen eine ansehnliche Entwicklung erreichen und sich zu einem Ringe vereinigen können. Die Gefäßhaut ist aus mehreren Schichten zusammengesetzt; zu äußerst findet sich die gewöhnlich silberglänzende *Tunica argentea*, eine dünne Bindegewebsschicht mit zahlreichen eingelagerten nadelförmigen Krystallen; bei Selachiern und Knorpelganoiden ist zu innerst in der Gefäßhaut eine bei den übrigen Fischen fehlende Schicht vorhanden, das sog. Tapetum, ein das Licht reflektierendes Häutchen, dessen Zellen mit Krystallen erfüllt sind. Bei den Knochenfischen findet sich in der Gefäßhaut gewöhnlich eine sog. Chorioidealdrüse, ein großes, hufeisenförmiges Wundernetz in der Nähe des Sehnerven; die Knochenfische besitzen ferner gewöhnlich einen *Processus falciformis*, eine niedrige Falte der Gefäßhaut, die längs der Innenseite des Augapfels von der Eintrittsstelle des Sehnerven zur Linse verläuft; ein in dessen Endabschnitt (*Campanula Halleri*) eingelagerter Muskel ist für die Accomodation von Bedeutung (vergl. S. 455). — Bei gewissen Haien ist eine Nickhaut vorhanden, die durch einen besonderen Muskel vor das Auge hingezogen wird.

Das Gehörorgan ist nur durch das häutige Labyrinth repräsentiert, das in die seitliche Schädelwand eingeschlossen ist; nach innen, gegen die Schädelhöhle zu, ist das Labyrinth oft nicht völlig von Knorpel oder Knochen umschlossen, sondern teilweise bloß durch Bindegewebe von der Schädelhöhle getrennt

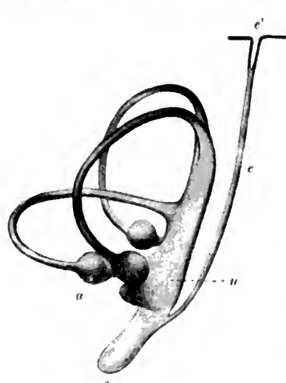


Fig. 502. Gehörorgan eines Selachiers, von vorn gesehen, etwas schematisiert. *a* Ampulle, *e* Ductus endolymphaticus, *e'* dessen äußere Oeffnung, *s* Sacculus, *u* Utriculus. — Orig.

(z. B. beim Dorsch). Bei den Selachiern bleibt der enge *Ductus endolymphaticus* (vergl. S. 459) als offener Kanal bestehen, so daß der Hohlraum des Labyrinths also in offener Verbindung mit der Umwelt bleibt (die Oeffnungen befinden sich auf der Oberseite des Kopfes). Bei anderen Fischen ist der Kanal zwar vorhanden, aber an seinem äußeren Ende geschlossen (*Recessus endolymphaticus*). Knochenfische und Knochenganoiden haben im Sacculus einen großen, porzellanartigen, abgeplatteten Hörstein, in der Lagena einen kleineren, ferner einen dritten im vordersten Teil des Utriculus. Bei den übrigen Fischen sind sie durch Ballen feiner Krystalle oder rundlicher Körperchen ersetzt.

In einer rückgebildeten Gestalt erscheint das Labyrinth bei den Cyclostomen mit einem oder zwei Bogengängen — ein unter den Wirbeltieren einzig dastehender Fall.

Die Mundhöhle der Fische ist in der Regel mit Zähnen ausgestattet. Bei den Selachiern finden sich teils große Zähne an dem Gaumen- und Unterkieferknorpel, teils eine Menge ganz kleiner Zähne (ähnliche wie an der Haut) an den anderen Teilen der Mundhaut. Bei Knochenganoiden und Knochenfischen sind die Zähne, große und kleine, an den zahlreichen Knochen, die der Mundhaut angelagert sind, festgeheftet: Zwischen-, Ober- und Unterkieferknochen, Gaumen- und Flügelbeinen, Kiemenbogen (besonders den unteren und oberen Schlundknochen), den Copulae des Visceralskelets und dem Vomer; übrigens können sie auf dem einen oder anderen dieser Knochen fehlen, z. B. häufig auf dem Oberkieferknochen. Die Zähne haben ziemlich verschiedene Formen: am häufigsten sind sie spitz, kegelförmig, schwach gebogen, kräftiger oder schwächer; in anderen Fällen sind es niedrige, gewölbte Mahlzähne (Rochen, gewisse Knochenfische), oder sie sind zusammengedrückt, dreikantig (Haie), oder meißelartig, den Schneidezähnen des Menschen ähnlich (Zähne im Zwischen- und Unterkiefer gewisser Knochenfische) etc. Sehr oft sind sie ungeheuer zahlreich, bedecken rasenförmig oder — wenn es Höckerzähne sind — pflasterartig die Knochen. Die Zähne sind entweder durch Bindegewebe am unterliegenden Knorpel oder Knochen befestigt und dann oft etwas beweglich, oder sie sind mit dem Knochen durch einen knöchernen Zahnsockel verbunden. Sie werden immer das ganze Leben hindurch gewechselt. Die gewöhnlichen kegelförmigen Fischzähne haben wesentlich die Aufgabe, die Beute festzuhalten, und sind deshalb mit der Spitze nach hinten und innen gerichtet; sind sie beweglich, so kann die Spitze auch bloß nach dieser Richtung bewegt werden. Diejenigen Zähne, die andere Formen haben, werden zum Abbeißen oder Zerkleinern der Nahrung verwendet.

Die Speiseröhre ist so kurz und weit, daß die Mundhöhle fast direkt in den Magen[1]) übergeht. Der Dünndarm zerfällt bei den Selachiern, Ganoiden und Lungenfischen in zwei Abschnitte, einen vorderen[2]) (dem Magen zunächst) und einen hinteren, oft recht er-

---

1) Bei den Karpfenfischen fehlt der Magen; die Speiseröhre und der Dünndarm gehen direkt ineinander über.

2) Dieser Darmabschnitt wird bei den Selachiern meistens dem Magen zugerechnet, die Magen-Dünndarmgrenze ist nicht scharf markiert. — Bei den Lungenfischen ist dieser Abschnitt rückgebildet, der Dünndarm besteht fast nur aus dem Spiraldarm.

weiterten Abschnitt (Fig. 503). Letzterer ist innerlich mit einer großen, stark vorspringenden Falte, der **Spiralklappe**, ausgestattet, die längs einer Spirallinie entspringt und in dichter oder enger stehenden Windungen den betreffenden Darmabschnitt durchläuft, den sie oft zum größten Teil ausfüllt: die aufgelöste Nahrung muß natürlich dieser Schraubenfalte folgen. An der Grenze des vorderen Dünndarmabschnittes und des „Spiraldarmes" ist der Darm stark verengt, und oft ragt ein Trichter mit enger Oeffnung vom vorderen Abschnitt in den Spiraldarm hinein; durch die Trichteröffnung kann offenbar nur fein verteilte, resp. aufgelöste Nahrung in den Dünndarm hineinpassieren. Auch bei den Petromyzonten (nicht aber bei Myxine) ist eine Spiralklappe entwickelt. Bei den Knochenfischen fehlt sie dagegen [1]). — In den vordersten Teil des Dünndarms, dicht am Magen, mündet bei den meisten Knochenfischen und Ganoiden eine verschiedene Anzahl (1, 2, 3 ... bis ein paar hundert) kurzer Blinddärme, die **Pförtneranhänge** (*Appendices pyloricae*); manchmal vereinigen sie sich zu einem gemeinsamen Ausführungsgang. Gewöhnlich sind sie äußerlich getrennt, in anderen Fällen mehr zu einer kompakten verzweigten Drüse vereinigt (Stör). Außer als Absonderungsorgane dürften sie auch der Aufsaugung dienen, indem man bisweilen Teile der Nahrung in ihnen findet. Die Fische haben eine meist sehr fetthaltige **Leber** und eine **Bauchspeicheldrüse**; bei den Knochenfischen ist letztere in der Regel nicht ein zusammenhängendes Organ, sondern in zahlreiche Stückchen aufgelöst und deshalb leicht zu übersehen (manchmal sind diese teilweise in die Leber eingelagert).

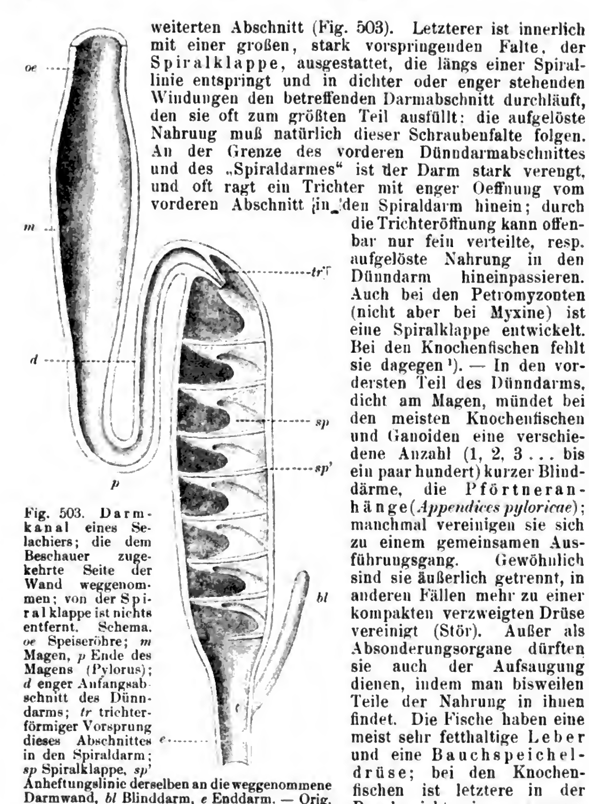


Fig. 503. **Darmkanal** eines Selachiers; die dem Beschauer zugekehrte Seite der Wand weggenommen; von der **Spiralklappe** ist nichts entfernt. Schema. *oe* Speiseröhre; *m* Magen, *p* Ende des Magens (Pylorus); *d* enger Anfangsabschnitt des Dünndarms; *tr* trichterförmiger Vorsprung dieses Abschnittes in den Spiraldarm; *sp* Spiralklappe, *sp'* Anheftungslinie derselben an die weggenommene Darmwand, *bl* Blinddarm, *e* Enddarm. — Orig.

Bei einigen Fischen (z. B. der Scholle) liegt — was bei den höherstehenden Wirbeltieren nie der Fall ist — der After nicht an der Grenze

1) Nur bei einer der Heringsfamilie angehörenden Form findet sich eine rudimentäre Spiralklappe.

von Rumpf und Schwanz, sondern ist nach vorn gerückt, zuweilen sogar bis an den Kopf heran („After kehlständig", Fig. 504). Die Afterflosse folgt in solchen Fällen dem After und nimmt wie gewöhnlich dicht hinter ihm ihren Anfang.

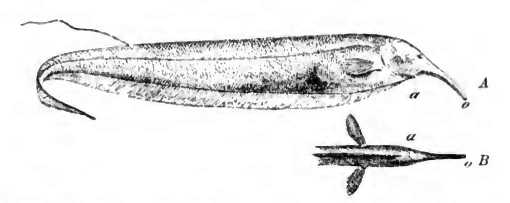


Fig. 504. Ein Fisch mit kehlständigem After (*Sternarchus curvirostris*). *A* von der Seite, *B* vorderer Teil von unten. *a* After, *o* Mund. — Nach Boulenger.

Seitlich vom After findet sich bei den Selachiern, den Ganoiden, den Lungenfischen und gewissen Knochenfischen (der Lachsfamilie), ein Paar feine Oeffnungen, die sog. Abdominalporen (*Pori abdominales*), welche die Bauchwand durchbohren und die Leibeshöhle mit der Außenwelt in Verbindung setzen; ihre Bedeutung ist unbekannt.

Der Kiemenapparat. Die Mundhöhlenwand ist bei den meisten Selachiern (Fig. 505) hinten jederseits von 5 (seltener 6 oder 7) großen, schrägen Spalten durchbrochen, die dicht aufeinander folgen und durch senkrechte kulissenartige Platten getrennt sind; in jeder Kulisse liegt an dem inneren, der Mundhöhle zugewandten Rande ein Kiemenbogen, während der übrige Teil derselben durch die von letzterem entspringenden Knorpelstrahlen (vergl. S. 495) ausgespannt wird. Von den Spalten oder Kiementaschen, deren äußere Oeffnung meist kleiner ist als die innere, liegt die vorderste zwischen dem Zungenbeinbogen und dem 1. Kiemenbogen, die folgenden zwischen dem 1. und 2., resp. 2. und 3., 3. und 4., 4. und 5. Kiemenbogen. Sowohl an der Vorder- als an der Hinterwand — in der letzten Kiementasche jedoch nur an der Vorderwand — findet sich eine senkrechte Reihe platter, wagerecht, eine über der anderen, stehender Hautfalten, Kiemenblättchen; von solchen besitzen die Selachier also in der Regel jederseits 9 Reihen; die erste sitzt an der Hinterseite des Zungenbeinbogens, die übrigen acht an der Vorder- und Hinterseite der vier ersten Kiemenbogen. Jedes Kiemenblatt ist wieder mit feineren Querfalten versehen. Außer den genannten 5 Kiementaschen findet sich noch bei den meisten Selachiern eine vorderste röhrenförmige Kiementasche zwischen den obersten Teilen des Zungenbeinbogens und des Kieferbogens, das Spritzloch, das mit einer verhältnismäßig kleinen Oeffnung auf der Oberfläche des Kopfes mündet; in demselben kann eine Klappe, ferner auch eine rudimentäre Kiemenblattreihe vorhanden sein. — Die Cyclostomen schließen sich in der Hauptsache an die Selachier an; die Kiementaschen sind aber bei ihnen röhrenförmig, in der Mitte, wo die Kiemenblätter sitzen, beutelförmig angeschwollen; sowohl die äußere als die

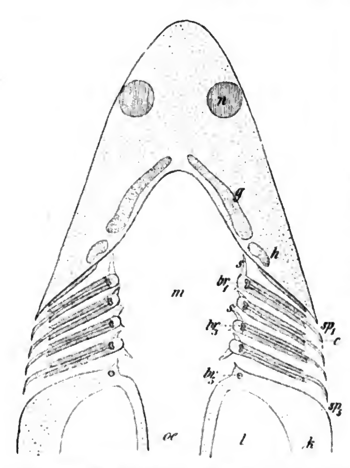


Fig. 505. Wagerechter Schnitt durch den Kopf eines Haies (*Acanthias*), schematisiert. Die Visceralbogen sind punktiert, die Kiemenblättchen schraffiert. br_1, br_3, br_5 erster, dritter, fünfter Kiemenbogen; *c* Kulisse; *g* oberer Abschnitt des ersten Visceralbogens (Gaumenknorpel); *h* Zungenbeinbogen, *k* Leibeswand, *l* Leibeshöhle, *m* Mundhöhle, *n* Riechgrube, *oe* Speiseröhre, *s* Stäbchen am Innenrande der Kiemenbogen (Seihapparat); sp_1 erste, sp_5 fünfte Kiemenspalte. — Orig.

innere Oeffnung ziemlich klein. — Die Verhältnisse des Kiemenapparates bei den Chimären, den Ganoiden, Lungen- und Knochenfischen (Fig. 506) lassen sich von denen der Selachier ableiten. Bei diesen Gruppen sind alle 5 äußeren Kiemenspaltenöffnungen überdeckt von einer meist von Knochenplatten und -stäben gestützten mächtigen Hautfalte, dem Kiemendeckel, der vom Zungenbeinbogen entspringt und sich über jene hin erstreckt. Dabei sind die Kulissen zwischen den Kiemenspalten schmäler geworden, besonders bei den Knochenfischen. Während es bei den Selachiern breite Platten sind, die von den Kiemenblättern nicht völlig bedeckt sind, so daß nach außen ein freier Saum bleibt, fehlt ein solcher bei den genannten Gruppen, und das äußere Ende der Kiemenblättchen ragt mehr oder weniger weit über den Außenrand der Kulisse hinaus, am meisten bei den Knochenfischen, deren schmale, zugespitzte Kiemenblättchen meist mit kurzer Basis von der sehr reduzierten Kulisse entspringen. Bei diesen Gruppen werden die beiden zu einem Kiemenbogen gehörigen Kiemenblattreihen als eine Kieme bezeichnet (solcher sind also jederseits 4 vorhanden); den vom Kiemendeckel bedeckten Raum, in den die Kiemenblätter hineinragen, nennt man die Kiemenhöhle. Bei Ganoiden und Lungenfischen ist oft noch die Kiemenblattreihe an der Hinterseite des Zungenbeinbogens (Innenseite des Kiemendeckels), Opercularkieme, vorhanden; bei den Knochenfischen ist sie ebenfalls manchmal ähnlich entwickelt, gewöhnlich aber klein oder rudimentär. Beim Stör und Polypterus hat sich auch das Spritzloch erhalten.

Der Kiemendeckel enthält platten- und stabförmige Hautknochen (Fig. 491), die sich an den Zungenbeinbogen heften. Bei den Knochenfischen liegt längs des Hinterrandes der oberen Partie des Zungenbeinbogens ein länglicher Knochen, *Praeoperculum* (vom Unterkieferast der Seitenlinie durchzogen); hinter diesem finden sich drei große, plattenförmige Knochen: *Operculum, Suboperculum* und *Interoperculum*, und vom

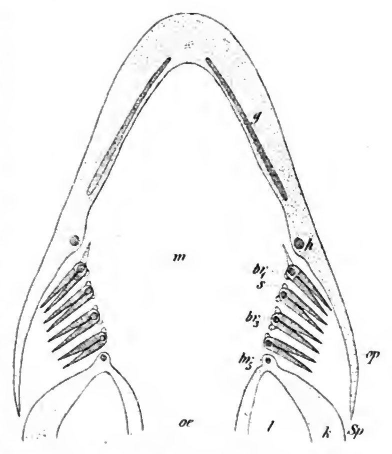


Fig. 506. Wagerechter Schnitt durch den Kopf eines Knochenfisches (Dorsch), oberhalb der Mundöffnung; etwas schematisiert. Buchstaben wie in Fig 505, mit Ausnahme von: *g* oberer Abschnitt des ersten Visceralbogens (hier knöchern), *op* Kiemendeckel. *Sp* äußere Oeffnung der Kiemenhöhle. — Orig.

unteren Teile des Zungenbeinbogens entspringt eine Reihe dünner, gebogener Knochen, die Kiemenhautstrahlen, die in den unteren häutigen Teil des Kiemendeckels eingelagert sind. — Die äußere Oeffnung der Kiemenhöhle ist im allgemeinen eine sehr große Spalte, bei einigen Fischen (z. B. dem Aal) verwächst aber der Hinterrand des Kiemendeckels in so großer Ausdehnung mit dem Körper, daß nur eine kleine seitliche Oeffnung übrig bleibt.

Die Erneuerung des Atemwassers in den Kiementaschen oder der Kiemenhöhle findet bei den meisten Fischen in folgender Weise statt: das Wasser wird durch den Mund in die Mundhöhle aufge-

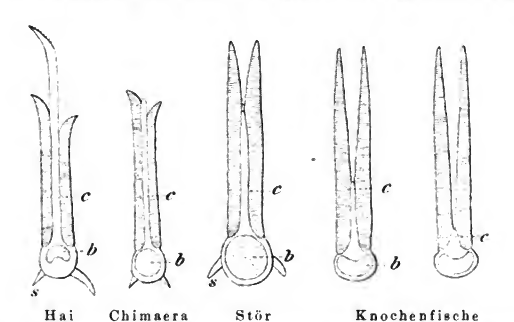


Fig. 507. Querschnitte eines Kiemenbogens verschiedener Fische, schematisiert. *b* Kiemenbogen, *c* Kulisse, *s* Fortsätze (Seihapparat). Kiemenblättchen schraffiert. — Orig.

nommen, darauf wird die Mundöffnung geschlossen, die Zunge gehoben und der Kiemendeckel einwärts gepreßt und so das Wasser durch die Kiemenspalten, über die Kiemenblättchen hin, getrieben. Bei den Selachiern wird das Wasser hauptsächlich nicht durch den Mund aufgenommen, sondern durch die Spritzlöcher eingesogen; während des Herauspressens des Wassers durch die Kiemenspalten werden die Spritzlöcher geschlossen. Bei den Cyclostomen wird das Wasser meistens durch die äußeren Kiemenlöcher sowohl eingesogen als ausgestoßen. — Am inneren Rand der Kiemenbogen findet sich ein mehr oder weniger entwickelter Seihapparat, der verhindert, daß feste

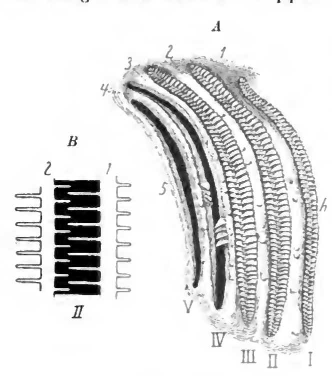


Fig. 508. *A* Kiemenbogen der linken Seite von *Ceratodus*, von der Mundseite gesehen. Zur Illustration des Seihapparats, der an jeder Kiemenspalte aus zwei Reihen platter dreieckiger Fortsätze besteht, die zwischen einander eingreifen. An der vierten und fünften Kiemenspalte sind alle oder die meisten weggenommen. *h* Zungenbeinbogen, *1—5* erster bis fünfter Kiemenbogen. *I—V* erste bis fünfte Kiemenspalte. — *B* Schema eines kleinen Stückes zweier Kiemenbogen, derartig gestellt, daß man den scharfen Rand der Fortsätze sieht. — Orig.

Teile, die mit dem Wasser in die Mundhöhle eindringen, auch in die Kiementaschen oder in die Kiemenhöhle geraten. Bei den Selachiern, den Lungenfischen und den Knorpelganoiden ist dieser Apparat meist durch eine doppelte (am Zungenbeinbogen und am letzten Kiemenbogen eine einzelne [1])) Reihe knorpeliger Fortsätze am inneren Rand der Kiemenbogen repräsentiert; die Fortsätze der vorderen Reihe an jedem Bogen greifen zwischen diejenigen der hinteren des vorangehenden Bogens ein. Bei den Knochenfischen sind sie durch knöcherne, oft zahntragende Auswüchse ersetzt, von denen die der vordersten Reihe des 1. Kiemenbogens oft sehr lange Stäbe sind, um die Spalte zwischen dem 1. Kiemenbogen und dem Zungenbeinbogen, welch letzterem derartige Auswüchse abgehen, überdecken zu können: übrigens ist der Seihapparat bei verschiedenen Knochenfischen in sehr verschiedenem Grade entwickelt, bei einigen, z. B. beim Hering, beim Karpfen, stark ausgebildet, bei anderen kaum angedeutet.

Bei den Cyclostomen und Selachiern fehlen noch Gebilde, die den Lungen der höheren Wirbeltiere entsprechen. Dagegen findet sich eine wirkliche Lunge, welche nicht allein den Lungen der Amphibien u. a. homolog ist, sondern auch als Atmungsorgan fun-

1) Diejenige des Zungenbeinbogens kann fehlen.

giert, bei einigen Knochenganoiden (Knochenhecht und *Amia*) und bei den Lungenfischen, ferner auch bei einzelnen Knochenfischen. Diese Lunge ist unpaarig oder unvollständig in zwei geteilt, liegt oberhalb des Darmkanals und mündet meist dorsal mit einer weiten Oeffnung in die Speiseröhre; sie ist mit ähnlichen kurzen Ausstülpungen wie die Froschlunge ausgestattet; Luft wird durch die Mundöffnung aufgenommen und ausgestoßen. Die betreffenden Tiere haben auch Kiemen, die ebenfalls als Atmungsorgane fungieren[1]. Bei den übrigen Fischen ist zwar gewöhnlich ein der Lunge entsprechendes Organ vorhanden, es fungiert aber nicht als Atmungsorgan, sondern lediglich als hydrostatischer Apparat und wird als Schwimmblase bezeichnet. Die Schwimmblase ist ein unpaariger, luftgefüllter, oft ziemlich dickwandiger Sack, der seinen Platz oberhalb des Darmkanals hat dicht unterhalb der Wirbelsäule, an der er oft festgewachsen ist; bei manchen Fischen steht sie durch einen meist langen, engen Kanal, den Luftgang, dorsal mit der Speiseröhre[2] in Verbindung, bei anderen ist eine solche Verbindung nur während des embryonalen Lebens vorhanden, während der Gang sich später schließt und verschwindet. Die Schwimmblase ist zuweilen durch eine Quereinschnürung in einen vorderen und hinteren Abschnitt geteilt, die übrigens in offener Verbindung miteinander stehen (bei Karpfenfischen), oder sie kann mit Ausstülpungen versehen sein. Das in der Schwimmblase enthaltene Gas ist nicht direkt aus der Atmosphäre aufgenommen, sondern von der Wand der Schwimmblase ausgeschieden, die häufig eine besonders entwickelte Partie mit verdicktem Epithel (manchmal auch mit drüsenartigen Einstülpungen) und zahlreichen Gefäßen, einen „roten Körper“, aufweist, der wahrscheinlich als Luftdrüse fungiert[3]. Die Schwimmblasenluft hat bei einigen Fischen eine ähnliche prozentische Zusammensetzung wie die atmosphärische Luft; bei anderen enthält sie bis 88 % Sauerstoff.

Manche Fische, z. B. die gewöhnlichen Süßwasserfische, deren Schwimmblase kein Atmungsorgan ist, kommen trotzdem nicht selten an die Oberfläche und schnappen mit dem Mund etwas atmosphärische Luft, die sie übrigens bald wieder fahren lassen; es handelt sich hier wahrscheinlich um eine in der Mundhöhle stattfindende Luftatmung von verhältnismäßig untergeordneter Bedeutung. Bei einzelnen Fischen entwickeln sich im Anschluß hieran besondere Atmungsapparate; so findet sich z. B. bei gewissen Welsen (*Saccobranchus*) jederseits eine sackförmige, als Lunge fungierende Ausstülpung der Mundhöhle, die sich oberhalb der Kiemenbogen in letztere öffnet und sich weit nach hinten zwischen den Muskelmassen und der Wirbelsäule erstreckt; ähnliches bei einer Aalform (*Amphipnous*), die in Ostindien in Erdlöchern lebt und

1) Von einigen dieser Fische weiß man, daß sie ein Austrocknen der Umgebung aushalten können, wobei die Kiemen zeitweise außer Funktion gesetzt werden dürften.

2) Bei einzelnen mündet der Luftgang weiter nach hinten, in den Magen, ein.

3) Bei gewissen Fischen hat man eine andere besonders ausgebildete Partie der Schwimmblasenwand nachgewiesen, mit einem mächtigen Capillarnetz unterhalb des dünnen Epithels; diese Partie („das Oval“), die sich zusammenziehen und erweitern kann, ist vermutlich eine Aufsaugungsstelle für die Luft der Schwimmblase, wenn der Fisch im Wasser steigt und die Schwimmblasenluft sich unter dem verringerten äußeren Druck erweitert. Bei Fischen mit Luftgang geht die Luft unter solchen Umständen teilweise durch letzteren ab; es fehlt bei ihnen „das Oval“.

deren Kiemen stark rückgebildet sind. Beim ostindischen Kletterfisch (*Anabas*), der oft aufs Land wandert und ebenfalls schwach entwickelte Kiemen besitzt, befinden sich in einer Luftkammer oberhalb der Kiemenhöhle eigentümliche, gekräuselte Blätter (durch umgebildete Teile der Kiemenbogen gestützt), die als Luftatmungsorgane fungieren. — Bei anderen, z. B. dem Schlammpeitzger (*Cobitis fossilis*), findet eine Darmatmung statt; es wird durch den Mund Luft aufgenommen, die verschluckt wird und den an gewissen Stellen besonders gefäßreichen Darmkanal passiert; die nicht aufgenommene Luft tritt mit ausgeschiedener Kohlensäure zusammen durch den After aus.

Nicht wenige Fische können Laute erzeugen. Dies geschieht entweder dadurch, daß die Wand der Schwimmblase durch gewisse daran angebrachte (resp. von Skeletteilen entspringende und an die Schwimmblase sich heftende) Muskeln in Schwingungen versetzt wird (Knurrhahn) oder daß gewisse Knochenoberflächen gegeneinander gerieben werden (bei einigen Welsen wird z. B. der Grundteil stark entwickelter Strahlen gegen unterliegende Knochen gerieben).

Das Herz, das seinen Sitz weit vorn hat (vergl. Fig. 463 *A*), ist gewöhnlich ungefähr symmetrisch. Es besteht aus drei Abschnitten: Vorhof, Herzkammer und Herzkegel. Der Vorhof ist dünnwandig, die unterhalb desselben liegende Herzkammer mit dicken Wänden ausgestattet, in welche sich von dem engen Hohlraum zahlreiche Fort-

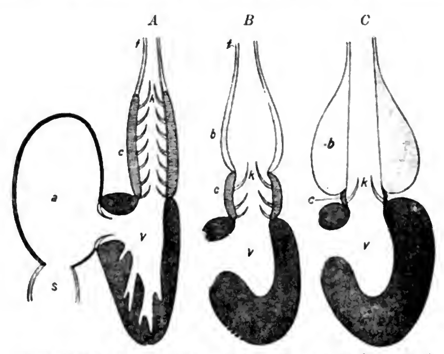


Fig. 509. Schematische Längsschnitte des Herzens verschiedener Fische. *A* von einem Fisch mit wohlentwickeltem Herzkegel, *B* von *Amia*, *C* von einem Knochenfisch. in *B* und *C* ist der Vorhof weggelassen. *a* Vorhof, *b* Arterienbulbus, welcher bei Amia nur noch angedeutet ist, *c* Conus arteriosus, *k* Klappen, *s* Sinus venosus, *t* Arterienstamm, *v* Herzkammer. — Orig.

sätze in die Wand erstrecken, die dadurch einen spongiösen Charakter erhält. Auf der Grenze beider findet sich in der Regel eine Querreihe von Klappen; ähnliche in der Regel auch auf der Grenze des Sinus venosus (vergl. unten) und des Vorhofs. Der dritte Herzabschnitt, der Herzkegel (*Conus arteriosus*), ist bei den Selachiern, Ganoiden und Lungenfischen schlauchförmig, innerlich mit mehreren

Querreihen von Klappen bedeckt; seine Wand ist ebenso wie die des Vorhofs und der Herzkammer rötlich und von quergestreiften Muskelzellen zusammengesetzt. Unter den Ganoiden gibt es eine Gattung, *Amia*, bei welcher der Herzkegel stark verkürzt ist und nur drei Klappen-Querreihen besitzt. Von den Knochenfischen besitzen auch einige (aus der Heringsfamilie) einen deutlichen Herzkegel; die Anzahl der Klappenquerreihen ist aber höchstens zwei, und der Herzkegel ist sehr verkürzt. Meistens ist bei den Knochenfischen nur eine Querreihe vorhanden. aus zwei gegenübersitzenden Klappen bestehend, und der Herzkegel ist ganz rudimentär, seine Muskelzellen verschwunden.

Bei den Cyclostomen ist ein Conus nicht ausgebildet.

Vom Vorderende des Herzkegels oder, wenn dieser rückgebildet ist, von der Herzkammer, entspringt ein kürzerer oder längerer Kiemenarterienstamm. Bei *Amia* ist derjenige Teil desselben, welcher an den Conus grenzt, etwas erweitert und dickwandiger als das übrige. Bei allen Knochenfischen ist derselbe Teil stark erweitert und meistens sehr dickwandig. Diese Anschwellung, der *Bulbus arteriosus* (Arterienbulbus), ist ebenso wie der übrige Teil der Arterie weißlich und enthält bloß glatte Muskelzellen (während der Conus rot ist und quergestreifte Muskelzellen besitzt). Der Kiemenarterienstamm gibt an jeden Kiemenbogen, der Kiemenblättchen trägt, einen Ast ab; wenn die Kieme am Zungenbeinbogen wohlentwickelt ist, geht auch an diese ein ähnlicher Ast, der dagegen fehlt, wenn die Kieme rudimentär ist. Diese Aeste, die zuführenden Kiemenarterien, laufen (von unten nach oben) am Hinterrande der Kiemenbogen entlang und geben an jedes Kiemenblättchen einen Ast ab, der sich in ein Gefäßnetz auflöst. Von jedem Kiemenblättchen entspringt wieder ein kleines Gefäß, das mit den ähnlichen desselben Visceralbogens zusammen eine abführende Kiemenarterie[1]) bildet, die neben der zuführenden Arterie verläuft und sich an der Rückenseite mit den entsprechenden aus den anderen Visceralbogen derselben und der anderen Seite vereinigt und so die Aorta bildet, die nach hinten dicht unterhalb der Wirbelsäule verläuft und Aeste zu den verschiedenen Teilen des Körpers abgibt. Die Venen des Körpers sammeln sich alle zum *Sinus venosus*, der in den Vorhof einmündet. Das in das Herz eintretende Blut ist somit venös, gelangt in diesem Zustande in die Kiemen, wird hier arteriell und fließt dann in die Arterien des Körpers.

Es besteht demnach im allgemeinen eine strenge Trennung der beiden Blutarten (des arteriellen und des venösen Blutes) bei den Fischen, und die Einrichtung des Gefäßsystems entspricht den S. 40 hervorgehobenen allgemeinen Prinzipien. Hiervon machen aber diejenigen Fische eine Ausnahme, die außer den Kiemen noch andere Atmungsorgane besitzen; bei ihnen mischen sich das arterielle und das venöse Blut in größerem oder geringerem Umfange. Beim Knochenhecht z. B. erhält die Lunge Blut von der Aorta, also arterielles Blut, das in der Lunge weiter oxydiert wird, während die Lungenvenen, die also sehr sauerstoffreiches Blut führen, sich mit den großen Venen vereinigen, die das venöse Blut aus dem übrigen Körper zum Herzen führen; das Herz und damit auch die Kiemen empfangen also ein gemischtes, arteriell-venöses Blut. — Bei den Lungen-

1) Statt einer können von jedem Kiemenbogen zwei abführende Kiemenarterien entspringen.

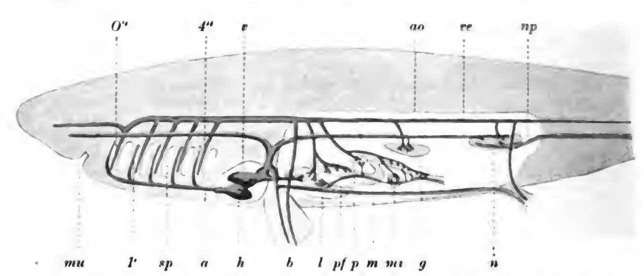


Fig. 510. Schema des Gefäßsystems eines Haies. Die Gefäße, welche venöses Blut führen, blau, diejenigen, welche arterielles Blut enthalten, rot. *a* Kiemenarterienstamm, *ao* Aorta, *b* Brustflosse, *g* Geschlechtsdrüse, *h* Herzkammer, *l* Leber, *m* Magen, *mi* Milz, *mu* Mund, *n* Niere, *np* Nierenpfortader, *p* Bauchspeicheldrüse, *pf* Leberpfortader, *sp* Kiemenspalte, *v* Vorhof, *re* Venenstamm. *O''* abführende Kiemenarterie des Zungenbeinbogens, *1'* zuführende do. des ersten Kiemenbogens, *4''* abführende do. des vierten Kiemenbogens. — Nach Parker u. Haswell.

fischen, deren Lunge (ebenso wie die der höheren Wirbeltiere) ihr Blut von dem letzten Arterienbogen (der letzten abführenden Kiemenarterie) erhält, sind besondere Einrichtungen vorhanden, die dem genannten Uebelstand teilweise abhelfen, aber zu kompliziert sind, als daß wir darauf eingehen könnten.

Die Nieren der Fische sind meistens langgestreckte Organe, die sich bei manchen Knochenfischen — bei denen sie oberhalb der Schwimmblase, dicht unterhalb der Wirbelsäule liegen — durch den ganzen Rumpf, vom Kopf bis an den Schwanz erstrecken[1]) und nicht selten hinten oder in ihrer ganzen Länge verschmolzen sind[2]). Die Harnleiter münden bei den meisten Selachiern (Fig. 513, 3) und den Lungenfischen (Fig. 513, 2) in die Cloake. Bei den Chimären und den Ganoiden ist eine besondere Oeffnung hinter dem After für die Harnleiter (und die Müllerschen Gänge) vorhanden. Bei den Knochenfischen endlich sind drei Oeffnungen, eine hinter der anderen, zuerst der After, dann die Geschlechtsöffnung, zuletzt die Harnöffnung, von denen die beiden letzteren, die häufig auf einem weichen Fortsatz (*Papilla urogenitalis*) angebracht sind, manchmal vereinigt sind. — Erweiterungen der Harnleiter fungieren bei manchen Fischen als Harnbehälter.

Bei den Cyclostomen münden die Harnleiter in einen kleinen Sack, an dessen Wand noch zwei Oeffnungen sich befinden, durch welche

1) Der vorderste Teil der sehr langen Niere der Knochenfische ist die bleibende Vorniere, die manchmal bei dem ausgebildeten Tier sehr groß ist; bei einigen fungiert sie auch fortan als Excretionsorgan, bei den meisten aber nicht.

2) Eine eigenartige Umbildung der Niere findet man beim Männchen des Seestichlings (*Spinachia vulgaris*), das mittels feiner Schleimfäden fremde Teile zu einem Nest für die Eier zusammenspinnt. Der Schleim, aus dem diese Fäden bestehen, wird in den Nieren erzeugt, indem ein Teil der Drüsenzellen der Harnkanälchen zu schleimabsondernden Zellen, von anderem Aussehen als die übrigen Zellen der Kanälchen, umgebildet sind.

die Geschlechtsstoffe aus der Bauchhöhle in denselben austreten. Das Säckchen öffnet sich hinter dem After.

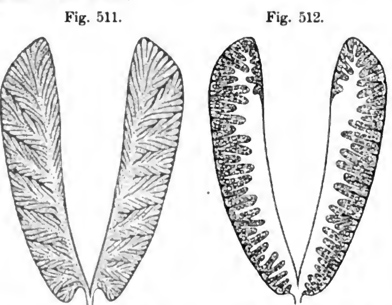


Fig. 511. Schema des inneren Baues der Hoden eines Herings. — Nach Cunningham.

Fig. 512. Schema des inneren Baues der Eierstöcke eines Herings. — Nach Cunningham.

Weibliche Geschlechtsorgane. Bei Selachiern, Ganoiden[1]) und Lungenfischen verhalten sich die Eierstöcke wie bei den meisten anderen Wirbeltieren, und es finden sich bei den Weibchen ein Paar Müllersche Gänge, die sich wie gewöhnlich mit je einem Trichter[2]) vorn in die Bauchhöhle öffnen; bei den meisten Selachiern und den Lungenfischen münden sie hinten in die Cloake, bei den Chimären und Ganoiden mit den Harnleitern zusammen mit einer unpaarigen Oeffnung hinter dem After. Bei den Selachiern findet sich an jedem Eileiter eine angeschwollene Partie, in deren Wand Drüsen vorhanden sind, zur Abscheidung der hornartigen Hülle, die bei diesen Tieren ein oder mehrere Eier umgibt. — Bei den Knochenfischen (Fig. 512) fehlen Müllersche Gänge vollständig; die Eierstöcke („Rogen") sind bei den Knochenfischen hohle Organe von verschiedener Form, die sich in je einen kurzen schlauchförmigen Ausführungsgang fortsetzen, der mit dem der anderen Seite verschmilzt und hinter dem After ausmündet. Der Eierstock bietet somit bei den Knochenfischen ein von demjenigen aller anderen Wirbeltiere sehr abweichendes Verhalten dar (aber dem analog, das wir bei manchen niederen Tieren, z. B. den Weichtieren, vorfinden); die Eier lösen sich von der inneren, oft stark gefalteten Seite der Wand ab, fallen in den Hohlraum des Eierstocks und gelangen durch den Ausführungsgang nach außen. Häufig sind die beiden Eierstöcke der Knochenfische hinten (z. B. beim Dorsch) oder in ihrer ganzen Länge (Aalmutter) miteinander verschmolzen, und der Eiergang ist dann unpaarig. Im reifen Zustande, in der Laichzeit, sind die Eierstöcke der Knochenfische oft von sehr ansehnlicher Größe.

Von der gegebenen Darstellung weichen nur die Familien der Lachse und Aale ab, deren Eierstöcke solide Organe sind; bei diesen fallen

1) Mit Ausnahme des Knochenhechts (*Lepidosteus*), der, wie es scheint, sich ähnlich wie die Knochenfische verhält.

2) Bei den meisten Selachiern sind die beiden Müllerschen Gänge in ihrem allervordersten Teil miteinander verbunden, so daß man bei ihnen einen unpaarigen Trichter für beide Eileiter findet.

die Eier in die Bauchhöhle und gelangen durch eine unpaare Oeffnung[1]) in der Leibeswand hinter dem After (*Porus genitalis*) nach außen. — Aehnlich wie die Lachse verhalten sich auch die Cyclostomen (welche nur einen Eierstock besitzen); vergl. S. 516—17.

Männliche Geschlechtsorgane. Bei den Selachiern, den meisten Ganoiden[2]) und den Lungenfischen (Fig. 513) gehen vom Hoden feine Querkanäle in die Niere hinüber, und der Same wird durch die Nierenkanälchen in den Harnleiter geleitet und durch diesen weiter (vergl. oben).

Die Verbindung des Hodens mit der Niere kann etwas verschieden sein: bald steht er mit einem größeren Teil derselben in Verbindung, bald nur mit dem vordersten oder hintersten Teil.

Bei den Knochenfischen (Fig. 511) ist eine Verbindung des

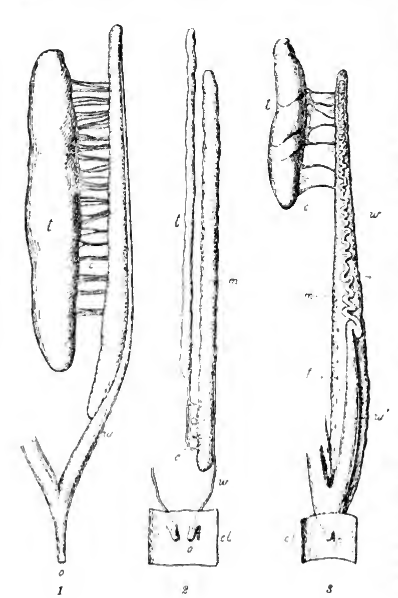


Fig 513. Männliches Geschlechtsorgan und Niere: *1* Ganoid. *2.* Lungenfisch (*Lepidosiren*). *3.* Selachier (Hai). Ein wenig schematisiert. *c* Querkanäle, die den Samen in die Harnkanälchen überleiten. *cl* Stück der Cloake. *f* Wimpertrichter auf der Nierenoberfläche. *m* Niere (Mesonephros). *o* Harnleiteröffnung. *p* Papille, an welcher die vereinigten Harnleiter münden. *t* Hode. *w* Harnleiter (Wolffscher Gang), *w'* erweiterter Abschnitt desselben.

Hodens mit der Niere nicht entwickelt, der Hode setzt sich vielmehr direkt in einen Samenleiter fort[3]); ebenso wie die Eierstöcke sind auch die Hoden in reifem Zustande von bedeutender Größe, langgestreckte, oft gelappte oder (z. B. beim Dorsch) gekräuselte Körper; die Samenleiter vereinigen sich hinten zu einem unpaaren Gang, der bei einigen

1) Die nicht mit den S. 509 erwähnten Abdominalporen zu verwechseln ist.

2) Die zu den Ganoiden gehörige Gattung *Polypterus* verhält sich hierin wie die Knochenfische.

3) Die Lachse und Aale verhalten sich hierin wie die übrigen.

Formen mit einer besonderen Oeffnung hinter dem After, vor der Harnöffnung ausmündet, während sich bei anderen eine gemeinschaftliche Harn-Samenöffnung findet.

Bei den Cyclostomen fallen die Spermatozoen aus dem unpaarigen Hoden in die Bauchhöhle und gelangen durch die S. 516—17 erwähnten Oeffnungen nach außen.

Begattungswerkzeuge finden sich bei allen Selachiern, bei deren Männchen ein Abschnitt der Hintergliedmaßen zu ziemlich komplizierten zusammengerollten Organen (Fig. 520) ausgebildet ist, die bei der Begattung benutzt werden. Dagegen fehlen Begattungswerkzeuge bei den meisten übrigen Fischen, und der Same („Milch") wird bei diesen in der Regel nicht in den weiblichen Körper eingeführt, sondern erst nach oder bei der Eiablage über die Eier ausgegossen.

Beim Männchen von *Petromyzon* befindet sich die Harngeschlechtsöffnung auf einer hervorragenden penisartigen Papille (die beim Weibchen fehlt). Es scheint bei diesen Tieren eine wirkliche Begattung stattzufinden.

Bei gewissen Knochenfischen (*Anableps*), die lebendige Junge gebären, findet sich beim Männchen hinter dem After ein langer Fortsatz, an dessen Spitze die Harnsamenöffnung sich findet; dieser als Begattungsorgan fungierende Fortsatz ist die umgebildete Afterflosse, die mit der Papilla urogenitalis verwachsen ist. Auch bei einigen anderen lebendiggebärenden Knochenfischen finden sich ähnliche Begattungsorgane. Ueberhaupt versteht es sich von selbst, daß bei allen lebendiggebärenden Fischen eine Ueberführung des Samens vom Männchen ins Weibchen stattfinden muß, Begattungsorgane sind aber bei solchen keineswegs immer vorhanden.

Nicht wenige Fische weisen ausgesprochene Geschlechtsunterschiede auf; beim Männchen können gewisse Flossen besonders stark ausgebildet sein, oder es kann eine besonders prächtige Färbung besitzen etc. Zuweilen (z. B. bei den Stichlingen) ist das Männchen in der Fortpflanzungszeit durch augenfällige, später schwindende Farben ausgezeichnet. Häufig ist das Männchen kleiner als das Weibchen, z. B. beim Aal.

Ueber Hermaphroditismus bei Fischen vergl. S. 477.

Die Eier der Fische sind bei den verschiedenen Abteilungen von sehr verschiedener Größe. Am größten sind diejenigen der Selachier (bis Hühnereigröße und mehr), während die Eier der übrigen Fische weit kleiner sind, bei den meisten Knochenfischen z. B. ca. 1 mm im Durchmesser (selten erreichen sie einen Durchmesser von 5 mm). Bei den Selachiern sind die abgelegten Eier von einer hornähnlichen Hülle umgeben, die meist abgeplattet, viereckig und (zur Befestigung der Eier an Wasserpflanzen u. dergl.) an den Ecken in Fäden ausgezogen ist. Die Eier der übrigen Fische sind lediglich von einer dünnen, durchsichtigen Eihaut umgeben, die meist mit einer Micropyle (oder mehreren) versehen ist. Die Eier sehr vieler im Meere lebender Knochenfische — z. B. des Dorsches — schwimmen an der Oberfläche des Wassers, andere werden am Boden abgelegt (Lachs), an Wasserpflanzen festgeklebt (Hering) etc. Einige Fische gebären lebendige Junge, z. B. die meisten Selachier, bei denen die Entwicklung in einem erweiterten Abschnitt des Eileiters (Uterus) vor sich geht, der mit gekräuselten gefäßreichen Falten versehen ist; ebenso mehrere Knochenfische, deren Eier sich in dem hohlen Eierstock entwickeln (z. B. die Aalmutter). — Nicht wenige Fische zeigen eine besondere Fürsorge

für Eier und Brut; so bauen z. B. die **Männchen** der Stichlinge (und verschiedener anderer Knochenfische) Nester, in denen die Eier sich entwickeln; die Männchen der Seenadeln tragen die Eier (und zuweilen auch die Jungen) unterhalb des Bauches mit sich umher, indem diese entweder einfach festgeklebt oder von besonderen Falten umschlossen sind. (Aehnliches bei verschiedenen ausländischen Fischformen.) Seltener werden die Eier in ähnlicher Weise vom **Weibchen** gehütet.

Die **Furchung** ist bei einigen total, bei den meisten partiell (siehe die einzelnen Ordnungen).

Bei den **Knochenfischen** macht das Junge, nachdem es das Ei verlassen hat, derartige Veränderungen durch, daß man nicht mit Unrecht von einer **Metamorphose** redet. **Allgemein** ist das Junge, wenn es das Ei verläßt, sehr **unvollständig** ausgebildet; das Skelet ist sehr wenig entwickelt, die unpaaren Flossen bilden noch einen zusammenhängenden Saum, der Schwanz ist gerade, der Mund manchmal noch geschlossen, ein großer Dottersack oft vorhanden. Bei **manchen** schreitet nun die Entwicklung stetig bis zur Form des erwachsenen Fisches fort, und die betreffenden Unterschiede werden allmählich ausgeglichen. Bei manchen **anderen** Knochenfischen kommt aber noch hinzu, daß im Laufe der Entwicklung ein **Zwischenstadium** (Fig. 515—516) eingeschoben ist, in dem das junge Tier durch das Vorhandensein besonderer Anhänge, enorm entwickelter Dornen und Flossenteile, durch Großäugigkeit etc. ausgezeichnet ist — Teile, die später allmählich mehr in den Hintergrund treten. Es ist dies bei solchen jungen Knochenfischen der Fall, die ein **pelagisches** Leben führen, und die besondere Ausbildung steht dazu im Verhältnis (vergl.



Fig. 514. **Neugeborene Larve** eines Schellfisches. *b* Brustflosse, *d* Dottersack, *g* Gehörbläschen. Die Chorda schimmert durch. Eine zusammenhängende unpaare Flosse umgibt oben und unten Rumpf und Schwanz. — Nach Cunningham.

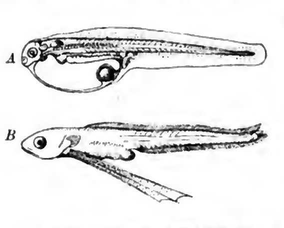


Fig. 515. Verschiedene Stadien eines Knochenfisches aus der Familie der Gadiden (*Lota molva*). *A* neugeborene Larve, *B* Zwischenstadium mit verlängerten Bauchflossen, *C* junger Fisch später, ungefähr von definitiver Form. Alle mehr oder weniger vergr. — Nach M'Intosh u. Masterman.

andere pelagische Tiere). — Auch die neugeborenen Jungen der Ganoiden und Lungenfische zeichnen sich durch eine ähnliche unvollkommene Gestalt wie die jungen Knochenfische, durch Vorhandensein von Dottersack etc. aus; sie können dabei mit gewissen Teilen versehen sein, die bei den Erwachsenen fehlen (siehe unten S. 521 und 534). Von einem solchen Zwischenstadium wie dem oben erwähnten bei manchen Knochenfischen ist dagegen bei diesen Gruppen, die sich alle im Süßwasser fortpflanzen, nicht die Rede. — Im Gegensatz zu den genannten Abteilungen haben dagegen die neugeborenen Selachier, die Eiern von bedeutendem Umfang entstammen und deren Dottersack zur Zeit der Geburt resorbiert ist, bereits im wesentlichen das Aussehen der Erwachsenen. — Ueber die Metamorphose der Neunaugen vergl. S. 523; in der anderen Gruppe der Cyclostomen, der Myxinen, haben die Jungen, wenn sie das Ei verlassen, ungefähr das Aussehen der Erwachsenen.

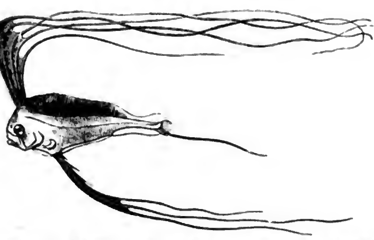


Fig. 516. Larve eines Fisches (*Trachypterus*), welcher im ausgebildeten Zustande ungemein gestreckt, bandförmig ist und der langen Flossenfäden entbehrt.

Die Embryonen der Selachier (Fig. 517) zeichnen sich durch den Besitz eines kolossalen Dottersackes und ferner dadurch aus, daß aus den Kiemenspalten eine Zeitlang zahreiche lange Kiemenfäden heraushängen, Fortsätze der Kiemenblättchen. Dies sind embryonale Organe, die sich vor der Geburt zurückbilden. Auch bei den Jungen einzelner Knochenfische findet man ähnliche Kiemenfäden, die aus den Kiemenspalten heraushängen. Mit diesen nicht zu verwechseln sind die äußeren Kiemen der Jungen von Polypterus und gewissen Lungenfischen; beim ersteren findet sich außen am Kiemendeckel eine große federförmige Kieme, bei den andern ähnliche oberhalb der Kiemenbogen; diese äußeren Kiemen haben das gemein, daß sie selbständige Teile sind, nicht Fortsätze der inneren Kiemenblätter.

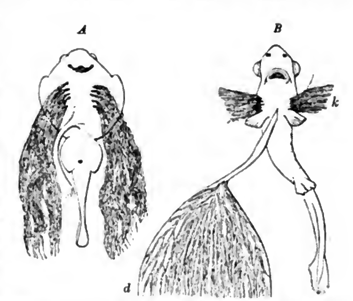


Fig. 517. *A* Rochen-, *B* Haiembryo mit äußeren Kiemen (*k*). *d* Dottersack mit Blutgefäßen (nicht ganz ausgezeichnet; in *A* weggelassen).

Bei den neugeborenen Jungen gewisser Fische findet man verschiedene Einrichtungen zum Festkleben des Tieres. Bei den Jungen der Knochenganoiden und einzelner Knochenfische sind solche klebende Hautpartien am Kopfe vor dem Munde vorhanden, bei den Lungenfischen *Protopterus* und *Lepidosiren* hinter dem Munde.

Die meisten Fische sind Raubtiere, die größere oder kleinere Beute verzehren, nur wenige Pflanzenfresser. Nicht wenige ernähren sich von kleinen Tieren, die sie von dem Atemwasser abseihen: Kleintierfresser (Karpfen, Hering, Makrele etc.). Die Mehrzahl lebt im Meere, viele aber im Süßwasser (einige Arten an beiden Orten), einzelne trifft man hin und wieder oder sogar überwiegend auf dem Lande. Sie unternehmen oft Wanderungen, teils von einer Stelle im Meere zur anderen, teils vom Meere ins Süßwasser hinauf und umgekehrt. Sie halten sich zum großen Teil scharenweise zusammen. — Durch Biegungen des ganzen Körpers und durch seitliche Schläge des Schwanzes gegen das Wasser bewegt sich der Fisch vorwärts; die Knochenfische können sich außerdem durch wellenförmige Bewegungen der sämtlichen (paarigen und unpaarigen) Flossen langsam bewegen [1].

Die Fische, die in der Jetztzeit durch zahlreiche Gattungen und Arten vertreten sind, haben auch in früheren Perioden eine wichtige Rolle gespielt; die Knochenfische, die in der Jetztzeit an Zahl weit überwiegen, sind verhältnismäßig spät aufgetreten, während die jetzt nur wenige Arten umfassenden Ganoiden eine Zeitlang sehr zahlreich vertreten werden.

Uebersicht über die Ordnungen.

Skelet ausschließlich knorpelig. Hornfäden oder Knorpelstäbe in den Flossen. Schuppen fehlen. Kiemendeckel fehlt. Schwimmblase fehlt.	Cyclostomen.	
	Selachier	Conus arteriosus wohlentwickelt. Spiralklappe im Darm. Müllersche Gänge vorhanden.
Skelet besteht aus Knorpel und Knochen. Knochenstrahlen. Schuppen vorhanden. Kiemendeckel vorhanden. Schwimmblase oder Lunge vorhanden.	Ganoiden	
	Lungenfische	
	Knochenfische	Conus rudimentär. Spiralklappe fehlt. Müllersche Gänge fehlen.

1. Ordnung. **Cyclostomi, Rundmäuler.**

Die Cyclostomen bilden eine kleine, von den übrigen Fischen in manchen Beziehungen sehr abweichende Gruppe. Der Körper ist zylindrisch, aalförmig, ohne Gliedmaßen, die Haut entbehrt fester Teile, das Skelet ist ausschließlich knorpelig, das Rückgrat nicht in Wirbel geteilt, Rippen fehlen; das Kopfskelet ist sehr eigentümlich. Gewöhnlich finden sich 6—7 (bei einzelnen eine noch größere Anzahl) Kiemen-

1) Eine sehr abweichende, mehr flugähnliche Bewegung mittels der mächtigen Vordergliedmaßen findet bei den Rochen statt.

taschen an jeder Seite (vergl. S. 509). Der Mund ist mit Hornzähnen ausgestattet, dagegen fehlen echte Zähne. Das Geruchsorgan ist unpaarig. Schwanzende gerade; ein Flossensaum ist vorhanden. Furchung total.

Die Cyclostomen nehmen unter den Fischen in gewissen Hinsichten die ursprünglichste Stelle ein. Sehr interessant ist es z. B., daß die unten erwähnte Jugendform von Petromyzon, *Ammocoetes*, den gleichen Endostyl, Wimperbogen etc. in der Mundhöhle besitzt wie Amphioxus und die Tunicaten, was sonst bei keinem Wirbeltier gefunden wird. Im Schädel fehlt der sonst hinter den Ohrkapseln gelegene Teil. Bei Petromyzon tragen sowohl Parietalorgan wie Epiphyse je ein Auge, während sonst immer wenigstens das eine unpaare Auge rückgebildet ist, usw. Andererseits scheinen sie in manchen Beziehungen sekundär umgebildet zu sein infolge von Anpassung an ihre eigenartige Lebensweise als Schmarotzer oder Aasfresser.

1. Die Neunaugen oder Lampreten (*Petromyzon*) haben einen kreisrunden Saugmund mit Hornzähnen; 7 kleine Kiemenöffnungen auf jeder Seite führen in je eine Kiementasche; diese öffnen sich nicht direkt in die Mundhöhle, sondern in einen hinten geschlossenen, kurzen Schlauch, der unter der Speiseröhre liegt und vorn mit der Mundhöhle in Verbindung steht. Augen wohlentwickelt. Die Neunaugen saugen sich an lebenden Fischen fest und fressen sich in sie ein; außerdem fressen sie auch kleinere Tiere. In Deutschland kommen drei Arten vor, von denen zwei, das bis 1 m lange Meerneunauge (*P. marinus*) und das kleinere Flußneunauge (*P. fluviatilis*, Pricke), im Meer leben, zum Laichen aber ins Süßwasser hinaufsteigen, während die dritte, kleinste Art, das Bachneunauge (*P. Planeri*), ausschließlich im Süßwasser lebt. — Die Neunaugen durchlaufen eine Metamorphose; die Larve, Querder (*Ammocoetes*), die (bei P. Planeri) vor der Verwandlung ein Alter von 3—4 Jahren und eine ansehnliche Größe erreicht, hat einen abweichend geformten Mund, es fehlen ihr die Hornzähne, die Augen sind sehr klein, und die Kiementaschen öffnen sich direkt in die Mundhöhle; sie lebt im Schlamm.

2. Die Inger (*Myxine*) haben rudimentäre Augen, der Mund ist von Tastfäden umgeben; die Kiementaschen (jederseits 6) sind lange, in ihrer Mitte beutelförmig erweiterte Röhren, die sich jede für sich direkt in den Schlund öffnen, während ihre äußeren Abschnitte sich jederseits vereinigen und mit einer gemeinsamen Oeffnung ziemlich weit nach hinten münden. (Bei gewissen verwandten Formen, *Bdellostoma*, münden sie einzeln nach außen.) Die Inger, von denen in den nordeuropäischen Meeren eine bis 30 cm lange Art, *M. glutinosa*, häufig vorkommt, bohren sich in tote (und lebende?) Fische ein; sie können eine enorme Schleimmasse absondern.

2. Ordnung. **Selachii.**

Das Skelet besteht ausschließlich aus Knorpel (der teilweise verkalken kann); Knochengewebe fehlt immer. Conus art. vorhanden. Spiralklappe im Darm. 5 (selten 6 oder 7) Kiemenspalten auf jeder Seite; meist ein Spritzloch. Kein Kiemendeckel (die Chimären ausgenommen). Keine Schwimmblase. Die Haut mit Zähnen, die oft die ganze Oberfläche bedecken. In den Flossen, die nicht zusammengefaltet werden können, Hornfäden. Der Mund meist auf der Unterseite des

Kopfes. Teile der Bauchflossen des Männchens fungieren als Begattungswerkzeuge. Sehr große Eier, Furchung meist partiell (Ausnahme: die Chimären und möglicherweise einzelne Haie). — Fast ausschließlich Meerestiere.

1. Die Haie (*Squalidae*) sind Tiere etwa von gewöhnlicher Fischform, meistens gestreckt, von nahezu kreisrundem oder dreieckigem Querschnitt (Fig. 477, 4—5). Die Haut mit in der Regel kleinen Zähnen dicht besetzt. Längs der Kieferränder gewöhnlich eine oder ein paar Reihen meistens dreieckiger Zähne (zahlreiche Ersatzzähne in der Mundhaut an der Innenseite der Kiefer versteckt). Deutlich heterocerk. Meistens gefräßige Raubtiere. Von den zahlreichen Formen mögen folgende beispielsweise genannt werden: Der gemeine Dornhai (*Acanthias vulgaris*), 1 m lang, mit einem Stachel (stark entwickeltem Hautzahn) vorn in jeder der beiden Rückenflossen, ohne Afterflosse; gebiert lebendige Junge; Nord- und Ostsee. Der Hundshai (*Scyllium canicula*), etwas kleiner, eierlegend (Eikapsel viereckig mit langen, von den Ecken ausgehenden, rankenartigen Anhängseln, die um Wasserpflanzen geschlungen werden); Nordsee. Der Blauhai (*Carcharias glaucus*), 3—4 m lang, vertritt im Mittelmeer die im übrigen besonders in den Tropen zahlreichen, gefräßigen „Menschenhaie". Die Hammerhaie (*Sphyrna*) haben den Kopf jederseits in einen längeren oder kürzeren Fortsatz ausgezogen, an dessen Ende das Auge sitzt; eine Art im Mittelmeer. Der Eishai (*Laemargus borealis* oder *Somniosus microcephalus*), der eine Länge von 8 m erreicht, wird wegen der fettreichen Leber in großer Anzahl an den Küsten Islands etc. gefangen. Noch größer (bis 12 m) ist der Riesenhai (*Selache maxima*), dessen äußere Kiemenöffnungen ungemein lange Spalten sind, Augen sehr klein, Zähne klein und schlecht ausgebildet, der innere Rand der Kiemenbogen mit einer Reihe sehr langer, dünner Zähne (echte Zähne), die zusammen einen dichten Kamm bilden, der als Seihapparat wirkt, um die kleinen Crustaceen etc. zurückzuhalten, von denen dieser Riese sich nach Art der Bartenwale ernährt.

2. Die Rochen (*Rajidae*) zeichnen sich besonders durch die abgeplattete Form des Kopfes und Rumpfes (Fig. 477, 6), durch den dünnen oft peitschenförmigen, fast flossenlosen Schwanz und durch die enorme Entwicklung der Brustflossen aus, die als wagerechte Platten vom Seitenrand des Körpers entspringen und mit den Seitenteilen des Kopfes oberhalb der Kiemenspalten verwachsen sind, so daß letztere an der Unterseite der von dem Kopf, dem Rumpf und den Brustflossen gebildeten Scheibe ihren Sitz haben; an der Oberseite sitzen Augen und Spritzlöcher. Von anderen Charakteren ist hervorzuheben, daß die Haut in der Regel in größerer oder geringerer Ausdehnung nackt ist, daß ein Teil der übriggebliebenen Hautzähne große Dornen sind und daß die Zähne der Mundhöhle niedrige Höcker (zuweilen mit einer Spitze) oder Platten sind, die in mehreren Reihen die Kieferränder pflasterförmig bedecken. Die Nahrung besteht meistens aus Crustaceen und Muscheltieren. In ihrer gewöhnlichen Erscheinung weichen die Rochen somit sehr von den Haien ab. Aber das Rochengepräge ist nicht immer in gleichem Grade ausgebildet: bei einigen sind die Brustflossen kleiner, der Schwanz kräftiger, während es andererseits Haie gibt (*Squatina*, Meerengel), die etwas abgeplattet sind, nach oben gekehrte Augen und große, wagerechte Brustflossen besitzen, die sich sowohl nach hinten als nach vorn längs der Seite des Kopfes erstrecken, ohne aber mit letzterem verwachsen zu sein. In der Tat gibt es eine vollständige Reihe von Uebergängen von dem gewöhnlichen schlanken

Haitypus zu der extremsten Rochenform mit einer Kopfrumpfscheibe, die breiter als lang ist, und mit einer dünnen Schwanzpeitsche. — In der Nordsee leben verschiedene Arten besonders der Gattung *Raja*, alle von typischem Rochengepräge. Von Formen, die südlicheren Meeren angehören, sind die Zitterrochen (*Torpedo*) und die Sägefische (*Pristis*) zu nennen; erstere besitzen kräftige elektrische Organe, die zu jeder Seite des Kopfes gelagert sind; bei den Sägefischen ist die Schnauze in eine lange gerade, schmale (wahrscheinlich als Grabwerkzeug benutzte) Platte ausgezogen mit einer Reihe langer, seitwärts gerichteter, in je eine Grube eingesenkter

Fig. 518.

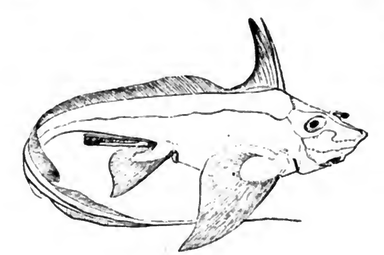
Fig. 519.

Fig. 518. Sägefisch (*Pristis*) von der Unterseite.
Fig. 519. Roche (*Raja*). *A* von der Unterseite, *B* von der Oberseite.
b Bauchflosse, *br* Brustflosse, *g* After, *k* Kiemenspalten, *n* Geruchsorgan, *s* Spritzloch. — Alle Figg. orig.

Zähne an jedem Seitenrand. Sowohl die Zitterrochen als die Sägefische — besonders aber die letzteren — gehören zu den mehr haiartigen Rochen mit ziemlich kräftigem Schwanz. Beide Gattungen sind im Mittelmeer vertreten.

3. Die Chimären (*Holocephala*: Gatt. *Chimaera* u. a.) sind eine kleine Abteilung der Selachier, die u. a. durch den Besitz eines die Kiemenspalten überdeckenden Kiemendeckels[1]) von den übrigen Selachiern abweicht und sich den folgenden Ordnungen nähert; die Kiemenblättchen bedecken die Seite der Kulisse völlig, überragen aber deren äußeren Rand kaum (Fig. 507). Auch die abweichende Ausmündung der Harn- und Geschlechtsgänge (S. 517) weist auf die Ganoiden hin. Die Haut ist

1) Im Kiemendeckel sind von festen Teilen nur die gewöhnlichen Knorpelstrahlen vorhanden, die auch bei anderen Selachiern vom Zungenbeinbogen entspringen.



größtenteils nackt, der Mund mit einer geringen Anzahl großer Zähne bewaffnet. Der Gaumenknorpel ist mit dem Schädel verwachsen. Eine Art, *Ch. monstrosa*, kommt häufig im Mittelmeer, an der Küste Norwegens etc. vor.

Fig. 520. *Chimaera monstrosa*, ♂.

3. Ordnung. **Ganoidei, Ganoiden.**

Das Skelet besteht aus Knorpel und Knochen. Conus art. und Spiralklappe des Darmes vorhanden. Ein von knöchernen Teilen gestützter Kiemendeckel; oft ein Spritzloch. Schwimmblase oder respiratorische Lunge vorhanden. Die Haut gewöhnlich mit Knochenplatten oder Schuppen; auch Hautzähne können außerdem vorhanden sein, aber in geringerer Menge. In den Flossen sind Knochenstrahlen vorhanden. Eier kleiner, mit totaler (inäqualer) Furchung (vergl. Fig. 60 u. S. 65).

Die wichtigsten jetztlebenden Formen dieser in der Vorzeit sehr reich entwickelten Abteilung sind die im Folgenden genannten.

1. Unterordnung. **Chondrostei, Knorpelganoiden.**

Das Skelet ist zum großen Teile knorpelig, nur Deckknochen sind vorhanden. Der Mund an der Unterseite des Kopfes. Ausgeprägte Heterocerkie.

1. Die **Störe** (*Acipenser*) haben 5 Längsreihen von großen Knochenplatten längs des Körpers (davon eine längs der Mitte des Rückens) und viele kleine Platten über den ganzen Körper; oben auf dem Kopfe große knöcherne Platten, die den knorpeligen Schädel überdecken. Der Mund klein, zahnlos (die kleinen Jungen haben jedoch Zähne; zuweilen sind auch

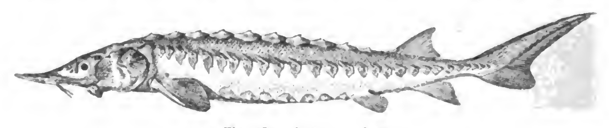


Fig. 521. Stör. — Orig.

bei den Erwachsenen an den Kiemenbogen kleine Zähne erhalten); an der Unterseite der oft langgestreckten Schnauze mehrere Tastfäden. Spritzloch vorhanden. Leben von Kleintieren (Insectenlarven etc.). In den nordeuropäischen Meeren lebt der eine Länge von mehreren Metern erreichende *A. sturio*, der zum Laichen in die Flüsse hinaufwandert. Mehrere andere Arten im Kaspischen und Schwarzen Meere und in den großen russischen Flüssen (Sterlet, Hausen).

2. Die Löffelstöre (*Spatularia*) weichen von den Stören besonders dadurch ab, daß die Schnauze zu einem großen, wagerechten Blatt verlängert ist und die Haut fast ganz fester Teile entbehrt; im Munde sind schwache Zähne entwickelt. Ein stark entwickelter Seihapparat (lange dünne borstenförmige Fortsätze) an den Kiemenbogen. In nordamerikanischen und chinesischen Flüssen.

2. Unterordnung. **Holostei, Knochenganoiden.**

Das Skelet ist zum größten Teil verknöchert. Der Mund am Vorderende des Kopfes. Große, rautenförmige, „emaillierte" [1]) Schuppen, die teilweise mit kleinen Fortsätzen ineinander eingreifen, seltener gewöhnliche Schuppen wie bei den Knochenfischen. Meistens (Lepidosteus, Amia) eine wirkliche, als Atmungsorgan fungierende Lunge. — Alle jetztlebenden sind Süßwasserfische.

1. Der Bischir oder Flösselhecht (*Polypterus*) [2]). Lange Rückenflosse mit starken, an der Spitze fächerförmig gespaltenen Flossenstrahlen, die nicht miteinander zusammenhängen; keine Afterflosse; Schwanzflosse abgerundet; schwach ausgesprochene Heterocerkie (der aufgebogene Teil des Rückgrats sehr klein). Knorpeliges Gliedmaßenskelet verhältnismäßig stark entwickelt (Fig. 495 *B*). Große rautenförmige Schuppen. Ein Spritzloch. In Afrika (z. B. im Nil).

2. Der Knochenhecht (*Lepidosteus*). Schnauze stark verlängert. Kurze Rücken- und Afterflosse; stark ausgesprochene Heterocerkie, die

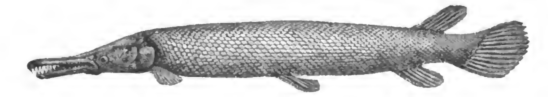


Fig. 522. Knochenhecht (*Lepidosteus*).

Schwanzflosse sitzt fast ausschließlich an der Unterseite des langen, aufgebogenen Rückgratendes (Fig. 487 *B*). Rautenförmige Schuppen. Mehrere Arten in Nordamerika.

3. *Amia* ist äußerlich fast ganz einem Knochenfisch ähnlich; sie hat gewöhnliche cycloide Schuppen. Ueber ihre wichtigsten Charaktere vergl. S. 515; Fig. 509 *B*; Fig. 495 *C*. Nordamerika.

4. Ordnung. **Teleostei, Knochenfische.**

Das Skelet besteht aus Knorpel und Knochen; letzterer bildet die Hauptmasse. Conus art. rudimentär. Bulbus art. vorhanden. Keine Spiralklappe im Darm. Ein von Knochenteilen gestützter Kiemendeckel. Kein Spritzloch. Die Haut mit Schuppen oder Knochenhöckern, -platten etc.; Hautzähne fehlen in der Regel. Flossen zusammenfaltbar, mit Knochenstrahlen versehen.

---

1) Die Schuppen sind äußerlich von einer glänzenden Schicht überzogen, die oft als „Schmelz" bezeichnet wird; es handelt sich hier aber tatsächlich nicht um wirklichen Schmelz wie an den Zähnen, sondern nur um eine äußerste, glänzende, dichte Knochenschicht.

2) *Polypterus* und dessen nächste Verwandte werden von Manchen als besondere Unterordnung: Crossopterygier aufgeführt.

1. Unterordnung. **Physostomi.**

Schwimmblase durch einen Luftgang mit dem Darmkanal verbunden. Bauchflossen weit hinten. In der Regel fehlen Stachelstrahlen. Schuppen cycloid.

1. Die Heringsfamilie (*Clupeidae*). Körper länglich, zusammengedrückt. Große, leicht abfallende Cycloidschuppen. Nur eine Rückenflosse. Zähne schwach. Kleintierfresser. Hierher gehören: der Hering (*Clupea harengus*) und der Sprott (*Cl. sprattus*), beide in der Nord- und Ostsee gemein, die Sardine (*Cl. pilchardus*) an den Küsten Frankreichs und Englands gemein, der Maifisch (*Cl. alosa*), in der Nordsee etc., der zum Laichen die Flüsse (z. B. den Rhein) hinaufsteigt; alle diese einander sehr ähnlichen Formen haben eine Reihe Kielschuppen längs der Bauchseite; weiter der echte Anchovis oder die Sardelle (*Engraulis encrasicholus*), ohne Kielschuppen, mit verlängerter Schnauze, im Mittelmeer, seltener in den nördlichen Meeren.

2. Die Lachsfamilie (*Salmonidae*). Schuppen klein oder mittelgroß. Zwei Rückenflossen, von denen die hintere eine strahlenlose, nur mit Hornfäden versehene Fettflosse ist. Besonders im Süßwasser. In Deutschland leben u. a.: der Lachs (*Salmo salar*), in den nordeuropäischen Meeren, wandert zum Laichen in die Flüsse hinein; die nahe verwandte Forelle (*S. fario*), im Süßwasser; der Saibling (*S. salvelinus*), kleiner, in Gebirgsseen. Die Maränen oder Renken (*Coregonus*), von denen einige Arten im Meere, andere im Süßwasser leben, haben kleine Zähne oder sind zahnlos; es sind Kleintierfresser, während die Salmo-Arten, die große Zähne haben, echte Raubfische sind.

3. Die Characiniden leben in großer Menge im Süßwasser in Südamerika und Afrika. Zahlreiche kleine lebhaft gefärbte Arten werden viel als Aquarienfische gehalten. Dasselbe ist mit den Zahnkarpfen (*Cyprinodontidae*) der Fall, die in Süß- und Brackwasser in wärmeren Landen leben; viele von diesen prächtig gefärbten Tieren, die häufig auch Beispiele hervortretenden Geschlechtsunterschiedes darbieten, sind lebendiggebärend.

4. Die Scopeliden sind an den Seiten von Rumpf und Schwanz mit Leuchtorganen versehen. Sie leben teils in großen Meerestiefen, teils sind es pelagische Tiere, die des Nachts an der Oberfläche erscheinen.

5. Der Hecht (*Esox lucius*) ist Vertreter einer besonderen Familie, ausgezeichnet durch die platte Schnauze, den starken Zahnbesatz usw. Gefräßiger Raubfisch.

6. Die Karpfenfamilie (*Cyprinidae*). Körper zusammengedrückt, mit größeren oder kleineren Schuppen. Eine Rückenflosse. Die Knochen des Mundes sind sämtlich zahnlos mit Ausnahme der unteren Schlundknochen, die mit kräftigen Mahlzähnen versehen sind, welche gegen eine dicke, an der Unterseite des Schädels angebrachte Hornplatte wirken. Häufig Bartfäden am Mundrande. Süßwasserfische, Kleintierfresser, seltener Pflanzenfresser. Von den zahlreichen Formen seien angeführt: der Karpfen (*Cyprinus carpio*) mit vier Bartfäden am oberen Mundrand (aus Asien eingeführt), die Karausche (*Carassius vulgaris*) ohne Bartfäden, sonst jenem ähnlich, der Goldfisch (*Car. auratus*) aus China, die Barbe (*Barbus vulgaris*) mit 4 Bartfäden, davon 2 an der Schnauzenspitze, der kleine Gründling (*Gobio fluviatilis*), die Weißfische (*Leuciscus*), die Schleie (*Tinca vulgaris*) mit kleinen Schuppen in der dicken, schleimigen Haut; der kleine Bitterling (*Rhodeus amarus*),

Weibchen in der Laichzeit mit einer langen, an der Spitze die Geschlechtsöffnung tragenden Legeröhre, mittelst deren die Eier in die Kiemenhöhle von Flußmuscheln (*Unio*) abgelegt werden; der Brassen (***Abramis brama***) mit hohem, seitlich zusammengedrücktem Körper. Die Schmerlen (*Cobitis*), kleine Fische mit gestrecktem, zuweilen aalartig verlängertem Körper, sehr kleinen verborgenen Schuppen, 6 oder mehr Bartfäden; bei *C. fossilis* Darmrespiration (vergl. S. 514). Alle genannten, mit Ausnahme des Goldfisches, in Deutschland einheimisch.

7. Die Welsfamilie (*Siluridae*). Körper niemals mit gewöhnlichen Schuppen, entweder nackt oder mit größeren Knochenplatten (Hautzähne können vorhanden sein). Der Oberkieferknochen sehr schwach entwickelt. Bartfäden am Munde. Eine Fettflosse häufig vorhanden. Süßwasserfische, die besonders durch zahlreiche interessante Formen in den Tropen vertreten sind. Der Wels (*Silurus glanis*), nackt, mit ganz kleiner Rückenflosse weit vorn, langer Afterflosse, 2 langen und 4 kurzen Bartfäden, kleinen Augen; wird bis 4 m lang; der einzige europäische Repräsentant der Familie (auch in Deutschland). Der Zitterwels (*Malapterurus electricus*) mit Fettflosse (sonst aber ohne Rückenflosse), über 1 m lang, in Afrika. Die Panzerwelse (*Loricaria*), Haut mit großen Knochenplatten bedeckt, in Südamerika. *Saccobranchus* (vergl. oben S. 513).

8. Die Aalfamilie (*Muraenidae*). Körper schlangenförmig, schuppenlos oder mit kleinen Schuppen, ohne Bauchflossen, Rücken-, Schwanz- und Afterflosse bilden einen zusammenhängenden Flossensaum, kleine Kiemenöffnungen, kleine Augen. Bodenfische, Raubfische. Die Larven sind an-

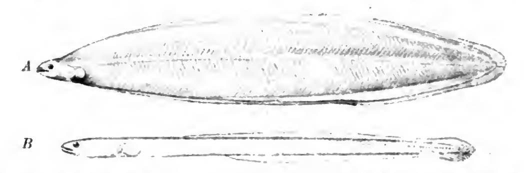


Fig. 523. *A* Larve des Aals (*Leptocephalus brevirostris*) aus dem Atlantischen Meer, ein wenig vergr. *B* „Glasaal", gleich nach der Verwandlung, ebensoviel vergr. Der junge Aal ist niedriger und ein bischen kürzer geworden. — Orig.

sehnliche, langgestreckte, stark zusammengedrückte Tiere, die völlig wasserhell sind und ein pelagisches Leben führen (*Leptocephalus*). Der Aal (*Anguilla vulgaris*), mit Schuppen, lebt den größten Teil seines Lebens im Süßwasser, wo er sich z. B. von Eiern und Jungen anderer Fische und von Flußkrebsen (besonders kürzlich gehäuteten) ernährt; er hält einen Winterschlaf. Der Aal laicht nicht im Süßwasser; bei herannahender Geschlechtsreife werden die Aale großäugiger und verändern die Farbe (sie werden von „gelben Aalen" zu „Silberaalen"), wandern von den europäischen Küsten ins Atlantische Meer hinaus, wo sie — wahrscheinlich auf großen Tiefen — laichen und dann absterben. Die Larven, *Leptocephalus brevirostris*, die im Atlantischen Meer leben, sind bandförmige Tiere, die eine Länge von 7—8 cm erreichen. Nachdem sie die Form des Erwachsenen angenommen haben, aber meist noch durchsichtig sind („Glasaale"), wandern sie in großen Scharen ins Süßwasser hinauf („Montée"); die Aale der Ostseeländer müssen also in diesem jugendlichen Zustande

einen ungeheuren Weg zurücklegen. Der Meeraal (*Conger vulgaris*), schuppenlos, erreicht eine bedeutende Größe (ein paar Meter), in der Nordsee. Die Muräne (*Gymnothorax muraena*), ganz gliedmaßenlos, indem auch die Brustflossen fehlen, im Mittelmeer. — Zu einer anderen Familie schlangenförmiger Physostomen gehört der Zitteraal (*Gymnotus electricus*), in Südamerika; After dicht beim Kopfe, Afterflosse lang, keine Rücken- und Bauchflossen; die großen elektrischen Organe längs der Ventralseite bis zur Schwanzspitze.

2. Unterordnung. **Physoclisti.**

Kein Luftgang. Bauchflossen — außer bei 1 und 9 — weit nach vorn gerückt unter oder vor den Brustflossen. Meistens sind Stachelstrahlen vorhanden (bei den sub 1—3 aufgeführten Formen nicht).

1. Die Makrelenhechte (*Scomberesocidae*). Cycloidschuppen, Rückenflosse kurz, weit hinten. Bauchflossen weit hinten. Keine Stachelstrahlen. Der Hornfisch (*Belone vulgaris*) hat Unter- und Zwischenkiefer zu einem langen, mit feinen Zähnen besetzten Schnabel verlängert, womit er kleinere Fische aus dem Sande herausholt; Körper sehr gestreckt, Knochen grün; in der Nord- und Ostsee. Die fliegenden Fische (*Exocoetus*) zeichnen sich durch die kolossale Entwicklung der Brustflossen aus, vermittelst deren sie eine Strecke über die Oberfläche des Meeres hin schweben können; in den wärmeren Meeren (eine Art schon im Mittelmeer).

2. Die Schellfischfamilie (*Gadidae*). Körper etwas gestreckt, mit kleinen Cycloidschuppen. In der Regel 2—3 Rückenflossen und 1—2 Afterflossen. Keine Stachelstrahlen. Oft ein Bartfaden am Kinn. Zur Gattung *Gadus*, mit 3 Rücken-, 2 Afterflossen, gehören: der Dorsch oder Kabeljau (*G. morrhua*), der in ungeheuren Scharen im nordatlantischen Meer vorkommt, bis $1^1/_2$ m lang, und der Schellfisch (*G. aeglefinus*), zahlreich z. B. in der Nordsee, beide mit Bartfaden. Die Quappe (*Lota vulgaris*), im Süßwasser, hat eine vordere kurze und eine lange hintere Rückenflosse (die hintere entspricht den beiden hinteren Rückenflossen von Gadus), eine Afterflosse und einen Bartfaden. — Zu einer verwandten Familie (*Ophidiidae*) gehören die Sandaale (*Ammodytes*), kleine, langgestreckte Fische ohne Kieferzähne, mit vorragendem Unterkiefer, ohne Bauchflossen, mit langer Rückenflosse und Afterflosse; an der Küste der Nord- und Ostsee. Zu derselben Familie gehört auch die Gattung *Fierasfer*, deren Arten in den Wasserlungen der Holothurien ihren Aufenthalt nehmen (ohne eigentlich Parasiten zu sein; sie ernähren sich von kleineren Tieren); eine verwandte Gattung, *Enchelyophis*, soll ein wirklicher Parasit sein.

3. Die Plattfische (*Pleuronectidae*). Der Körper ist eine hohe zusammengedrückte Scheibe; beide Augen auf derselben Seite, bei einigen Arten auf der rechten, bei anderen auf der linken (bei wenigen Arten haben einige Individuen die Augen rechts, andere links); die blinde Seite ist weiß und nach unten gekehrt, die andere gefärbt; der Mund ist oft etwas asymmetrisch, und zwar nach der blinden Seite zu größer (Zwischen- und Oberkiefer dieser Seite stärker entwickelt). Rücken- und Afterflosse sehr lang, After weit vorn. Keine Stachelstrahlen. — In früher Jugend sind sie vollkommen symmetrisch, die Augen sitzen jedes an einer Seite des Kopfes, und die Tiere schwimmen mit dem Bauch nach unten; später rückt das eine Auge auf die andere Seite hinüber, das Tier legt sich au

die Seite etc. — In der Nord- und Ostsee leben unter anderen: die Scholle (*Pleuronectes platessa*), Schuppen glatt; die Kliesche (*Pl. limanda*); Schuppen rauh; der Flunder (*Pl. flesus*), mit rauhen Knochenhöckern: letzterer kommt nicht nur im Meere, sondern auch im Süßwasser vor. Die Seezunge (*Solea vulgaris*), weniger hoch als die vorhergehenden,

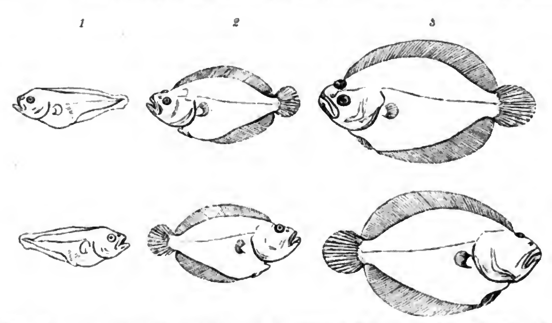


Fig. 524. Drei Junge des Glattbutts auf verschiedenen Entwicklungsstufen. Oben von der linken, unten von der rechten Seite gesehen, alle ein wenig vergrößert. *1*: die jüngste Stufe, die Augen jedes auf einer Seite. *2*: die Wanderung des rechten Auges hat begonnen. *3*: das rechte Auge ist fast ganz auf die linke Seite gekommen. — Orig.

Augen rechts; der Heilbutt (*Hippoglossus vulgaris*), erreicht eine ansehnliche Größe (ein paar Meter). Alle genannten haben die Augen rechts; der Flunder hat sie jedoch ziemlich oft links. Der Steinbutt (*Rhombus maximus*), mit Knochenwarzen, und der Glattbutt (*Rh. laevis*), mit kleinen, glatten Schuppen, beide mit den Augen auf der linken Seite.

4. Die Barschfamilie (*Percidae*). Schuppen ctenoid. Zwei Rückenflossen, die jedoch häufig zusammenhängen, die vordere mit lauter Stachelstrahlen. Kiemendeckel mit Dornen. Hierzu der Flußbarsch (*Perca fluviatilis*), der größere, gestrecktere, mit großen Zähnen versehene Zander oder Schill (*Lucioperca sandra*), der Kaulbarsch (*Acerina cernua*), mit verschmolzenen Rückenflossen; alle drei sind Süßwasserfische (der erste auch im Brackwasser) und kommen in Deutschland vor. — Die Labyrinthfische (*Labyrinthici*) haben oberhalb der Kiemenhöhle eine Luftkammer mit gekräuselten Blättern (Luftatmungsapparat). Hierzu die Gatt. *Anabas* (siehe S. 514). Weiter der Großflosser (*Macropodus viridi-auratus*), ein kleiner Fisch mit mächtig entwickelten unpaaren Flossen und prächtigen Farben, der nicht aufs Land geht; das ♂ baut ein Schaumnest: er schnappt Luft mit dem Maul und stößt sie wieder als schleimbekleidete Blasen aus, die eine Schicht an der Wasseroberfläche bilden, unter welcher die Eier angebracht werden; das ♂ wartet auch die Jungen; berühmtes Aquariumstier aus China.

5. Bei den Papageifischen (*Scarus*) ist der Rand und ein Teil der Vorderseite des Zwischen- und Unterkiefers mit Zähnen besetzt, die miteinander und mit den teilweise entblößten Kieferknochen durch eine

Knochenmasse verbunden sind, wodurch ein zusammenhängender schneidender Rand gebildet wird; an den oberen und unteren Schlundknochen in ähnlicher Weise verkittete Mahlzähne. Die Papageifische, die ausschließlich den wärmeren Meeren angehören (eine Art im Mittelmeer) sollen sogar Aeste von Steinkorallen abbeißen können.

6. Das Petermännchen (*Trachinus draco*) besitzt am Kiemendeckel einen knöchernen Stachel mit zwei Giftdrüsen, die in Rinnen an der Oberfläche desselben liegen und dicht vor dessen Spitze ausmünden; ähnliche Drüsen an den Stachelstrahlen des vorderen Teiles der Rückenflosse[1]. Häufig in der Nordsee (selten in der westlichen Ostsee); wird häufig halb in den Sand vergraben angetroffen.

7. Die Schuppenflosser (*Squamipinnes*). Stachelflosser mit sehr hohem, stark zusammengedrücktem Körper und mit prächtigen Farben; die Schuppen erstrecken sich weit auf die unpaaren Flossen hin. In den wärmeren Meeren.

8. Die Panzerwangen (*Cataphracti*). Körper in der Regel ohne gewöhnliche Schuppen, nackt oder mit größeren Knochenplatten; einer der unterhalb des Auges liegenden Seitenlinienknochen (Suborbitalknochen) erstreckt sich hinten bis an das Praeoperculum (den vordersten der Kiemendeckelknochen). Hierher gehören: Der Seescorpion (*Cottus scorpius*), ein großköpfiger Fisch mit nackter Haut, mit Dornen am Kopfe, häufig in der Nord- und Ostsee; in den Süßwassern Deutschlands lebt die kleine Groppe (*Cottus gobio*). Der Knurrhahn (*Trigla gurnardus*), mit gepanzertem Kopf, kleinen Schuppen, die untersten Strahlen der Brustflossen frei, fingerartig, als förmliche Beinchen zum Kriechen verwendbar, lebt ebenfalls in der Nord- und Ostsee. Beim Flughahn (*Dactylopterus volitans*) ist jede Brustflosse in zwei Teile gesondert, von denen der eine sehr groß ist, so daß das Tier über die Meeresoberfläche hin schweben kann; im übrigen steht das Tier den beiden vorhergenannten nahe; im Mittelmeer.

9. Bei der Stichlingsfamilie (*Gasterosteidae*) besteht der stachelstrahlige Teil der Rückenflosse aus freien Strahlen, die Bauchflossen, die etwas hinter den Brustflossen sitzen, aus je einem langen Stachelstrahl und einem kurzen Weichstrahl. Keine Schuppen, sondern größere Knochenplatten in der Haut. Kleine Fische. Das Männchen baut oft ein Nest. Die Stichlinge (*Gasterosteus*) leben sowohl im Süß- als in schwachsalzigem Meereswasser; der Dreistachelige Stichling (*G. aculeatus*) mit 3, der Neunstachelige Stichling (*G. pungitius*) mit ca. 9 Stachelstrahlen der Rückenflosse, beide in Deutschland. Ausschließlich dem Meere (Nord- und Ostsee etc.) gehört der Seestichling (*Spinachia vulgaris*) an, sehr gestreckt, mit langem, dünnem Schwanz, 15 freien Stachelstrahlen (vergl. auch S. 516, Anm. 2).

10. Die Makrelenfamilie (*Scomberidae*). Stachelflosser. Körper gestreckt, wenig zusammengedrückt, mit kleinen Schuppen. Hinterer Teil der Rücken- und Afterflosse in eine Anzahl kleiner Stücke zerfallen. Bauchflossen unterhalb der Brustflossen. Hierzu die Makrele (*Scomber scomber*), gemein an den europäischen Küsten, und der Thunfisch (*Thynnus vulgaris*), gemein im Mittelmeer, seltener in den nördlichen Meeren.

---

1) Auch bei einigen tropischen Fischen sind ähnliche Giftwerkzeuge nachgewiesen.

11. Bei dem Schiffshalter (*Echeneis*) ist die vordere Rückenflosse zu einer Saugscheibe umgebildet, die sich auf den Kopf erstreckt und mit der das Tier sich an größeren Fischen, Schiffen etc. anheftet. Mittelmeer etc.

12. Der Schwertfisch (*Xiphias gladius*) ist ein großer Fisch, dessen Oberkiefer stark verlängert ist und eine mächtige Stoßwaffe darstellt. Bauchflossen fehlen. Häufig im Mittelmeer.

13. Die Schleimfische (*Blenniidae*). Körper in der Regel fast aalförmig, mit sehr kleinen Schuppen. Gewöhnlich eine lange Rücken- und Afterflosse[1]). Bauchflossen klein, vor den Brustflossen. Hierzu gehören: die Aalmutter (*Zoarces viviparus*), sehr häufig in der Nord- und Ostsee, bis 40 cm lang, lebendiggebärend. Der Seewolf (*Anarrhichas lupus*), größer, mit mächtig entwickelten, starken kegelförmigen Zähnen vorn und Mahlzähnen mehr hinten im Munde, ohne Bauchflossen; ernährt sich von Muscheln und ähnlichem; in den nördlichen Meeren (selten in der Ostsee).

14. Die Meergrundeln (*Gobius*) sind kleine Fische, deren Bauchflossen, die unterhalb der Brustflossen sitzen, miteinander verschmolzen sind. Die Stachelstrahlen sind ziemlich weich. — Bei dem einer anderen Familie angehörigen Seehasen (*Cyclopterus lumpus*) sind die Bauchflossen ebenfalls verwachsen und dazu noch zu einer Saugscheibe umgebildet; der Seehase (Lump) ist ein kurzer, plumper Fisch mit knöchernen Dornen in der Haut. Eier und Junge werden von dem Männchen gehütet. In der Nord- und Ostsee.

15. Die Armflosser (*Pediculati*). Körper plump, nackt, Kopf oft groß, Kiemenöffnung klein; die Brustflossen sind wie gestielt, indem die proximalen Glieder der Radien (vergl. S. 501) verlängert sind. Der vordere Teil der Rückenflosse besteht aus einer Anzahl freier Strahlen. In den nordischen Meeren nur der große Seeteufel (*Lophius piscatorius*), abgeplattet, mit kolossaler Mundöffnung, die freien Rückenstrahlen verlängert, der vorderste (nebst zwei folgenden auf dem Kopfe sitzend) mit einem weichen Anhang an der Spitze.

16. Die Haftkiefer (*Plectognathi*) sind Fische von sehr verschiedenem und sehr eigenartigem Aussehen, deren Ober- und Zwischenkieferbeine der gewöhnlichen Regel entgegen mit dem Schädel unbeweglich verbunden sind; sie sind in den wärmeren Meeren zu Hause. Die Kofferfische (*Ostracion*) sind kurz, mit abgeplattetem Bauch, der größte Teil des Körpers von einem dünnen Knochenpanzer umgeben, der aus polygonalen, fest verbundenen Platten zusammengesetzt ist; nur der kleine Schwanz und die Flossen sind beweglich. Die Igelfische (*Diodon*) sind mit knöchernen Dornen besetzt, die sich aufrichten, wenn das Tier sich aufbläht; dies geschieht, indem es eine sackförmige Ausstülpung der Speiseröhre mit Luft füllt, die durch den Mund aufgenommen wird (es liegt dann mit dem Bauch nach oben im Wasser); ihre Bezahnung erinnert an die der Papageifische. Die Klump- oder Mondfische (*Mola* oder *Orthagoriscus*) sind große, pelagische Fische, stark zusammengedrückt und sehr kurz (der Körper bildet eine senkrechte, kurzovale Scheibe), die Schwanzflosse ist ein Saum längs des Hinterrandes des Tieres, Rücken- und Afterflosse hoch; eine Art (*Mola nasus*) im Mittelmeer[2]).

---

1) Bei *Zoarces* und *Anarrhichas* finden sich hinten in der sonst weichen Rückenflosse einige Stachelstrahlen, bei der Gattung *Centronotus* besteht die ganze Rückenflosse aus Stachelstrahlen, bei anderen wieder sind alle Strahlen weich.

2) Bei *Mola* sind die Knochen sehr schwach und weich, die Haut dagegen von enormer Dicke und knorpelähnlicher Festigkeit, bildet somit eine Art Hautskelet.

17. Die Seenadelfamilie (*Syngnathidae*). Körper gestreckt, mit Knochenplatten bekleidet, die Schnauze in eine Röhre ausgezogen, an deren Spitze die kleine zahnlose Mundöffnung liegt. Kiemenblättchen in ganz geringer Zahl an jedem Bogen, aber stark gefaltet, „büschelförmig" (Lophobranchier); äußere Kiemenöffnung klein. Die Eier werden von den Männchen an der Unterseite von Rumpf und Schwanz umhergetragen, indem sie ihr in einigen Fällen einfach angeklebt, in anderen zwischen zwei Längsfalten oder in einen Sack eingeschlossen sind. Die Tiere schwimmen mittels sehr schneller, wellenförmiger Vibrationen der nicht sehr langen Rückenflosse (und der Brustflossen, wenn solche vorhanden sind). In den nördlichen Meeren leben verschiedene Seenadeln, Arten der Gattungen *Syngnathus, Nerophis* u. a., welcher letztgenannten alle Flossen mit Ausnahme der Rückenflosse fehlen. Die Seepferdchen (*Hippocampus*), mit flossenlosem Greifschwanz, nach unten gebogenem Kopfe und dornartigen Auswüchsen an Kopf und Rumpf, stehen während des Schwimmens senkrecht im Wasser; meistens in den wärmeren Meeren, eine Art im Mittelmeer häufig, kommt auch noch in der Nordsee vor.

5. Ordnung. **Dipnoi, Lungenfische.**

Skelet teilweise verknöchert. Conus art. spiralig gewunden und innerlich mit einer aus umgebildeten Klappen gebildeten Längsfalte versehen. Spiralklappe im Darm. Kiemendeckel von Knochen gestützt. Eine respiratorische Lunge vorhanden. Haut mit Schuppen. Flossen mit ungegliederten, weichen Knochenstrahlen. Die hinteren Nasenlöcher liegen nach innen vom Mundrande. Vorderhirn in zwei Hemisphären geteilt. Totale inäquale Furchung wie bei den Amphibien. — Die Gliedmaßen sind entweder längliche, zugespitzte Platten mit einem gegliederten Knorpelstab in der Mitte, von dem jederseits eine Reihe Knorpelradien entspringt (Fig. 496); oder sie sind fadenförmig, mit einem ähnlichen, aber mehr oder weniger reduzierten Skelet. Diphycerk (die jetztlebenden; unter den ausgestorbenen auch heterocerke Formen). Das Rückgrat ist nicht in Wirbel geteilt, die Chorda zylindrisch. Wenige, aber große Zähne im Munde. — Ausschließlich im Süßwasser.

Die Larven von *Protopterus* und *Lepidosiren* sind oberhalb der Kiemenbogen mit ähnlichen äußeren Kiemen wie die Larven der Uro-

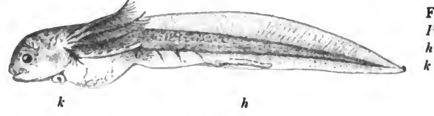


Fig. 525. Larve von *Protopterus annectens*. *h* Hintergliedmaße, *k* Klebeapparat. — Nach Budgett.

delen (Amphibien) ausgestattet. Auf der Unterseite des Kopfes findet sich hinten ein Klebeapparat (vergleiche die Amphibienlarven). Beides fehlt bei *Ceratodus*.

Die Lungenfische, die in der Jetztzeit nur durch ganz wenige Formen vertreten sind, schließen sich an die Ganoiden am nächsten an, nähern sich aber andererseits unverkennbar den Amphibien: vergleiche die Larven, den Bau des Herzkegels, das Gehirn.

1. *Ceratodus* ist ein großer, gestreckter, an beiden Enden zugespitzter Fisch mit großen Schuppen; große, breite Gliedmaßen; Rücken-, Schwanz- und Afterflosse nicht gesondert. Lebt in ein paar Flüssen Australiens.

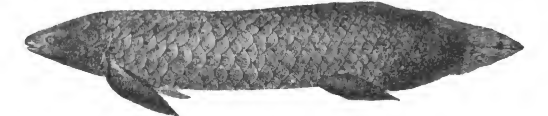


Fig. 526. *Ceratodus*. — Nach Günther.

2. *Protopterus annectens*, in Afrika, hat sehr schmale, lange Gliedmaßen; er besitzt fadenförmige Rudimente der Larvenkiemen (vergl. die obigen Angaben über die Larven; von den gewöhnlichen Kiemen fehlen dagegen die am 1. und 2. Kiemenbogen); im übrigen ist er äußerlich in der Haupt-

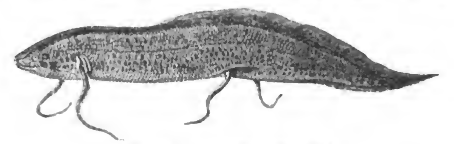


Fig. 527. *Protopterus annectens*.

sache dem vorhergehenden ähnlich. Wenn die Gewässer, in denen Protopterus lebt, austrocknen, so vergräbt er sich in ihren Boden und bildet um sich aus gehärtetem Schleim eine Kapsel, in der er lange ohne Flüssigkeit aushalten kann (ähnliches findet bei Ceratodus nicht statt). — Eine verwandte Form, *Lepidosiren paradoxa*, in Südamerika.

3. Klasse. **Amphibia, Lurche.**

Für die äußere Gestalt der Amphibien im Vergleich mit den Fischen besonders bezeichnend ist es, daß die Gliedmaßen als Beine ausgebildet sind: sie zerfallen in mehrere durch Gelenke gesonderte Abschnitte, von denen der äußerste in Finger oder Zehen gespalten ist; sie sind Geh-(Kriech-)werkzeuge geworden, die allerdings, jedenfalls bei der einen Hauptabteilung, noch klein und schwach sind. Der Schwanz ist bei derselben Abteilung weiter kräftig ausgebildet, wenn auch keineswegs so muskulös wie bei den Fischen und mehr oder weniger zusammengedrückt; er geht dorsal ziemlich eben in den Rumpf über (also ungefähr wie bei den Fischen), ventral ist er aber deutlich vom Rumpf abgesetzt. Der Kopf ist in der Regel mehr vom Rumpf abgesetzt als bei den Fischen, wenn auch noch kein deutlich gesonderter Hals vorhanden ist; der Kopf, und gewöhnlich auch der Rumpf, ist mehr oder weniger niedergedrückt, ersterer in der Regel etwas freier beweglich. Ein Teil der Schwanzlurche besitzt einen unpaaren Flossensaum, der sich längs eines größeren oder kleineren Teiles des Rückens (zuweilen vom Kopfe ab) und um die

Schwanzspitze herum an der Unterseite des Schwanzes bis an den After erstreckt; er ist stets strahlenlos, gewöhnlich in der Fortpflanzungszeit am stärksten und beim Männchen stärker als beim Weibchen entwickelt. Bei anderen Amphibien ist er nur im Larvenleben vorhanden (siehe S. 550).

Die Epidermis ist beim ausgebildeten Tiere mit einer meist dünnen (eine oder zwei Zellen dicken) Hornschicht versehen, die ebenso wie die mancher Reptilien periodisch als ein Ganzes abgeworfen und durch eine neue ersetzt wird (Häutung). Einzelne Stellen der Oberfläche können mit einer festeren Hornschicht versehen sein, z. B. gewisse Stellen an den Vordergliedmaßen der Frösche während der Fortpflanzungszeit. Krallen fehlen, es kann aber bei einzelnen Formen die Hornschicht an den Zehenspitzen verdickt sein. Mit der Haut sind rundliche, blasenförmige, echte Drüsen (vergl. Fig. 13, 4, S. 10) verbunden, die über die ganze Oberfläche verbreitet ausmünden; diese Drüsen sondern meistens eine schleimige Flüssigkeit ab, welche die Haut feucht erhält. Bei manchen sind jedoch neben kleinen, schleimabsondernden Drüsen auch größere Giftdrüsen vorhanden, die an gewissen Hautstellen dicht gehäuft sein können und dann die betreffenden Stellen hervorwölben (die „Parotiden" hinter dem Kopfe beim Landsalamander und bei den Kröten sind solche Haufen von Giftdrüsen); ihr Secret ist für manche Tiere gefährlich und dient so als Wehrmittel. Im Corium sind bei manchen Gymnophionen und waren bei manchen Stegocephalen wirkliche Schuppen von derselben Art wie bei den Fischen eingeschlossen; bei einzelnen anderen Amphibien können an gewissen Hautstellen auch größere Hautknochen vorhanden sein.

Das Skelet ist zwar zum größeren Teil verknöchert, es sind aber noch bedeutende Knorpelpartien, besonders im Schädel vorhanden. Bei gewissen Stegocephalen war eine zylindrische Chorda ebenso wie bei den Lungenfischen vorhanden; bei einigen Urodelen (den Perennibranchiaten und einzelnen anderen) und bei einem Teil der Stegocephalen sind die Wirbel amphicöl ähnlich wie bei den meisten Fischen (Fig. 528, 1) und die Chorda noch in ausgedehntem Maße erhalten; bei den übrigen Amphibien (Urodelen und Anuren) ist dagegen die Chorda rückgebildet, die Ueberreste in die Wirbelkörper eingeschlossen, die durch Gelenke verbunden sind (2)[1]. Von den Rumpfwirbeln ist nur der erste, an dem der Kopf eingelenkt ist, und der

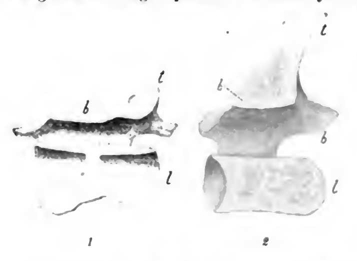


Fig. 528. *1.* Wirbel von *Cryptobranchus* (Schwanz. durch), der Länge nach durchschnitten; amphicöl. *2.* Wirbel eines Anuren; procöl. *b* oberer Bogen, *l* Wirbelkörper, *t* Stachelfortsatz. — Orig.

1) Bei den Urodelen sind die Wirbelkörper hinten ausgehöhlt, vorn gewölbt (opisthocöl), bei den Anuren in der Regel vorn ausgehöhlt, hinten gewölbt (procöl).

letzte, der Sacralwirbel, an dem das Becken befestigt ist, von den übrigen etwas abweichend. Bei den Anuren findet man das Eigentümliche, daß der Schwanzwirbelabschnitt, der im Larvenzustande durch eine ungegliederte Chorda vertreten ist, später beim Erwachsenen durch einen langen, ungegliederten Knochen, das Steißbein (Fig. 538, 4, *c*), ersetzt ist[1]). — Die Rippen erreichen nie das Brustbein; sie waren

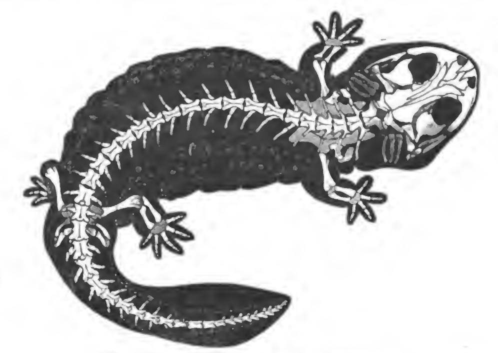


Fig. 529. Skelet eines Urodelen (*Menopoma*).

bei einigen Stegocephalen wohlentwickelt, sind dagegen bei allen jetzt lebenden Amphibien stark verkürzt oder gänzlich rückgebildet[2]). — Das Brustbein (Fig. 536—37) steht nicht in Beziehung zu den Rippen, schließt sich aber eng an die untere Partie des Schultergürtels an; bei den Urodelen ist es eine kurze Knorpelplatte, an deren Vorderrand die Coracoide geheftet sind, bei den Anuren ist es oft teilweise verknöchert und mit den genannten Knochen eng verbunden.

Am Schädel sind unterhalb der Hinterhauptsöffnung zwei Gelenkhöcker vorhanden, die sich mit dem 1. Rumpfwirbel verbinden. Zwischen- und Oberkieferbein, von denen letzteres recht stark ausgebildet ist, sind unbeweglich mit dem Schädel verbunden. Mit diesem ist auch die Gaumenpartie, das *Palatoquadratum*, verwachsen und erstreckt sich als eine starke Knochenbrücke auf jeder Seite vom hinteren bis zum vorderen Ende des Schädels, von diesem durch eine gewöhnlich sehr große Oeffnung (Fig. 530, *a*) getrennt.

---

1) Der Schwanz tritt bei diesen Tieren äußerlich nicht hervor, indem die langen Darmbeine, die mit ihrem vorderen Ende am Sacralwirbel festgeheftet sind, sich dem Steißbein ungefähr parallel gerade nach hinten erstrecken; letzteres ist etwa von derselben Länge wie das Darmbein, so daß die Gelenkpfanne neben der Spitze des Steißbeins zu liegen kommt.

2) Bei den Urodelen und Gymnophionen und bei einigen der Anuren sind sie als kurze Anhänge in der Regel an allen Rumpfwirbeln, mit Ausnahme des ersten, und (bei den Urodelen) zugleich an den vorderen Schwanzwirbeln vorhanden; bei den meisten Anuren sind die Rippen rudimentär und beim erwachsenen Tier mit den langen Querfortsätzen verschmolzen.

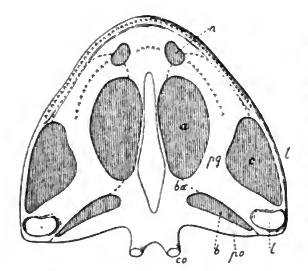


Fig. 530. Schädel (ohne Unterkiefer) eines Stegocephalen von der Unterseite. Schema. *a* und *b* Oeffnungen zwischen dem Palatoquadratum und dem Schädel, *ba* Auswuchs des Schädels, der sich mit dem Palatoquadratum verbindet. *c* Oeffnung zu der Höhlung unter dem Schläfendach, *co* Hinterhauptsgelenkhöcker, *l* Kiefergelenk, *n* inneres Nasenloch, *po* Paroccipitale (siehe den Text), *pq* Palatoquadratum, *t* unterer Rand des Schläfendaches.

Bei einem Teil der Amphibien — Stegocephalen, gewisse Anuren — ist auf jeder Seite ein großes, dünnes, knöchernes Dach, das Schläfendach, entwickelt, das oben vom Schädel hinter den Augen entspringt und den hinteren Teil des Schädels und die Muskeln, die seitlich hinter den Augen liegen, überdeckt und das sich weiter unterhalb der Augen erstreckt und sich mit dem Oberkieferbein ver bindet; hinten heftet es sich an das Ende eines großen seit lichen Auswuchses des hinteren Teiles des Schädels (Paroccipitale) und ganz unten an das Hinterende des Palatoquadratums [1]).

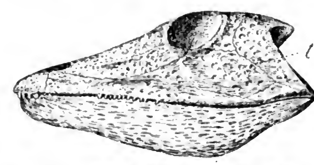


Fig. 531. Schädel eines Stegocephalen. *t* Schläfendach

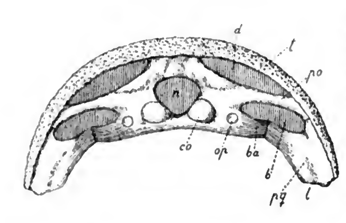


Fig. 532. Schädel (ohne Unterkiefer) von einem Amphibium, von hinten gesehen. Schema. *b* Oeffnung zwischen *po* und *pq* (= *b* in Fig. 530); diese Oeffnung ist bei den jetztlebenden Amphibien sehr klein. *ba* Auswuchs vom Schädel zum Palatoquadratum (= *ba* in Fig. 530), *co* Hinterhauptsgelenkhöcker, *d* hinterer Eingang zur Höhlung unterhalb des Schläfendaches, *l* Kiefergelenk, *n* Hinterhauptsloch, *op* Gehörknöchelchen, *po* Paroccipitale, *pq* Palatoquadratum.

Wenn das Schläfendach auf diese Weise ausgebildet ist, erscheint der Amphibien-Schädel gepanzert. Das Dach kann ganz vollständig sein, namentlich ist das bei den Stegocephalen der

1) Das Schläfendach findet sich bereits bei den Lungenfischen. Bei *Ceratodus* bilden das rechte und linke Schläfendach im Verein ein zusammenhängendes Dach über einen großen Teil des Schädels und hängen nur vorne mit diesem zusammen.

Fall. In der Regel sind aber große **Löcher** im Dache vorhanden (die mit bindegewebigen Platten ausgefüllt sein können), so daß das knöcherne Dach lückenhaft ist, und häufig ist nur noch z. B. eine knöcherne Brücke hinter dem Auge und eine andere (Jochbogen) vom hinteren Ende des Palatoquadratums zum Oberkieferbein übrig geblieben, oder selbst diese können mehr oder weniger rückgebildet sein.

Von dem Visceralskelet ist bereits der obere Abschnitt des Kieferbogens, die **Gaumenpartie** (Palatoquadratum), erwähnt worden. Im

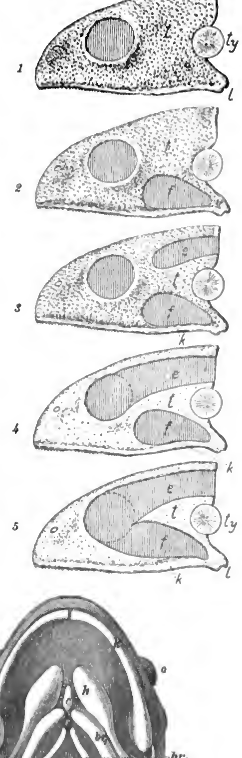


Fig. 533. Schädel (ohne Unterkiefer) von verschiedenen Amphibien zur Erläuterung der verschiedenen Ausbildung des **Schläfendaches**. Linke Seite. Schemata.
1: Schläfendach vollständig (Stegocephalen, einzelne Anuren).
2: Ein Fenster im Schläfendach (gewisse Anuren).
3: Ein Fenster und ein Einschnitt vom Hinterrande aus (andere Anuren).
4: Ebenso, der Einschnitt fließt aber mit der Augenhöhle zusammen (Anuren).
5: Ebenso, die Augenhöhle fließt aber auch mit dem Fenster zusammen (Rana).
e Einschnitt, *f* Fenster, *k* Jochbogen (unterer Rand des Schläfendaches), *l* Kiefergelenk, *t* Schläfendach, *ty* Trommelfell. Die punktierte Linie deutet die Grenze der Augenhöhle an. Löcher und Einschnitt hat man sich mit einer Masse ausgefüllt vorzustellen (die schraffierten Partien).

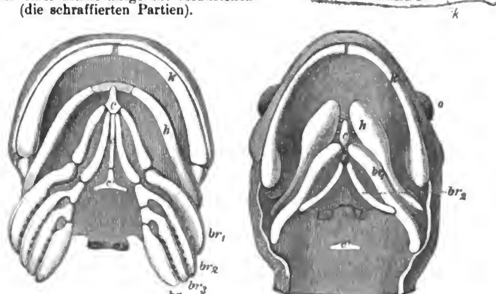


Fig. 534. Die **Visceralbogen des Landsalamanders**, von unten gesehen. *A* Larve, *B* erwachsenes Tier, br_{1-4} erster bis vierter Kiemenbogen, *c* Copulae, *c'* die letzte Copula (beim Erwachsenen von den übrigen abgetrennt), *h* Zungenbeinbogen. *k* Unterkiefer, *l* Hinterhauptsgelenkhöcker, *o* Auge. — Nach Rusconi.

Unterkiefer, der hauptsächlich aus Knochen besteht, bleibt wie bei den Fischen der Meckelsche Knorpel als ein Knorpelstrang bestehen. Bei den Larven finden sich außer dem Kiefer- und Zungenbeinbogen gewöhnlich vier Paar knorpelige Kiemenbogen, die bei der Metamorphose mehr oder weniger rückgebildet werden: am wenigsten bei den Gymnophionen, bei denen im erwachsenen Zustande noch jederseits drei Kiemenbogen und ein Rudiment des vierten bestehen bleiben, während bei den Urodelen (Fig. 534 *B*) nur die beiden ersten Paare erhalten bleiben und bei den Anuren sämtliche Kiemenbogen fast gänzlich rückgebildet werden. Copulae, Zungenbeinbogen und Kiemenbogen werden zusammen als Zungenbein bezeichnet. Bei den Anuren heftet sich der Zungenbeinbogen an den Schädel an.

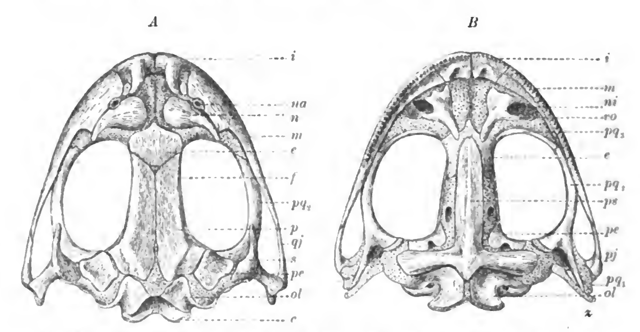


Fig. 535. Schädel eines Anuren (Frosch), von oben (*A*) und von unten (*B*) gesehen. Die knorpeligen Teile punktiert. *c* Hinterhauptsgelenkhöcker, *co* Gehörknöchelchen, *e* Ethmoid, *f* Stirnbein (mit *p* verwachsen), *i* Zwischenkiefer, *m* Oberkiefer, *n* Nasenbein, *na* äußeres, *ni* inneres Nasenloch, *ol* Occipitale laterale, *p* Scheitelbein, *pa* Gaumenbein, *pe* Felsenbein, *pf* Vorderstirnbein, $pq_1 - pq_3$ Palatoquadratum (Quadratbein, Flügelbein, Gaumenbein), *ps* Parasphenoid, *qj* Quadratojugale, *s* Schuppenbein, *vo* Vomer, *z* Zungenbeinbogen. — Nach Parker.

Der Schädel ist aus einer Anzahl getrennter Knochen zusammengesetzt, die zum großen Teil mit denjenigen zusammenfallen, die wir von den Fischen kennen. Siehe im übrigen Fig. 535.

Das Skelet der Gliedmaßen besteht ausschließlich aus Knorpelstücken, die größtenteils verknöchern; „Knochenstrahlen" wie bei den Knochenfischen fehlen stets.

Der Schultergürtel wird bei den Schwanzlurchen jederseits durch eine gebogene Knorpelplatte repräsentiert, an der man zwei Abschnitte unterscheidet, einen oberhalb und einen unterhalb der Gelenkpfanne für den Humerus; beide gehen aber ohne Grenze ineinander über. Der obere Abschnitt, das Schulterblatt, *Scapula*, ist schmäler als der untere, das Coracoid; letzteres legt sich teilweise über das der anderen Seite hin. Der untere Teil des Schulterblattes ist in größerer oder geringerer Ausdehnung verknöchert, und häufig erstreckt sich die Verknöcherung auch in die Coracoid-Partie hinein:

die obere und die untere Partie des Schultergürtels bleiben aber stets knorpelig (Fig. 536). — Bei den Anuren (Fig. 537) ist das Coracoid von einer großen Oeffnung durchbrochen und dadurch in ein vorderes und hinteres Stück geteilt; letzteres verknöchert, ersteres, das von einem Deckknochen, dem Schlüsselbein (*Clavicula*), überdeckt wird, dagegen nicht; das rechte und das linke Coracoid schieben sich entweder etwas übereinander hin oder stoßen in einer geraden Linie zusammen (letzteres bei den Fröschen)[1]. Das Schulterblatt zerfällt bei den Anuren in ein oberes und ein unteres Stück, beide (das obere,

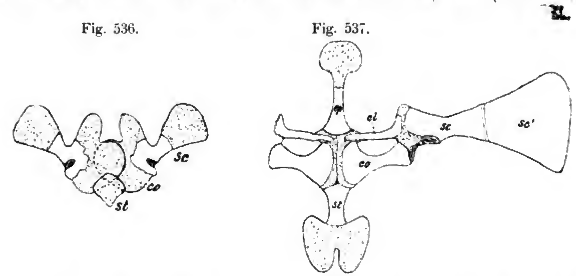


Fig. 536. Brustbein und Schultergürtel eines Landsalamanders. *co* Coracoid, *sc* Schulterblatt, *st* Brustbein.

Fig 537. Dieselben Teile eines Frosches. *cl* Schlüsselbein, *co* hinterer Abschnitt des Coracoids, *ep* Episternum, *sc* unterer Teil des Schulterblattes, *sc'* oberer Teil desselben (Suprascapulare), *st* Brustbein. Die knorpeligen Teile in dieser und der vorigen Figur punktiert. — Nach Ecker.

Suprascapulare, allerdings nur teilweise) verknöchert. — Die Vordergliedmaßen bestehen aus denselben Hauptabschnitten wie bei den höheren Wirbeltieren. Die Handwurzel weist namentlich bei den Urodelen gewöhnlich einen engen Anschluß an das typische Verhalten (vergl. S. 445—46) auf. Bei den jetzt lebenden Amphibien sind nie mehr als 4 Finger vorhanden, deren Gliederzahl variiert. Bei den Anuren sind die beiden Unterarmknochen zu einem verschmolzen.

Das Becken ist stark geändert worden, es ist zu einem großen Knorpelbogen geworden, der den hintersten Teil der Leibeshöhle umfaßt und mit seinen oberen Enden an die Wirbelsäule angeheftet ist; die Hintergliedmaßen erhalten somit einen festeren Ausgangspunkt als bei den Fischen. In jeder Hälfte bilden sich folgende Verknöcherungen. In dem oberen, schmäleren Teil oberhalb der Gelenkpfanne für das Femur entwickelt sich eine Verknöcherung, das Hüftbein (*Ilium*); in dem ventralen Teil, der mehr von vorn nach hinten ausgedehnt ist, finden sich zwei Verknöcherungen, das Schambein (*Pubis*) und das

1) Bei einigen Anuren (z. B. den Fröschen) findet sich in der Mittellinie vor den Coracoiden ein besonderer, teilweise verknöcherter Knorpel, der fälschlich als *Episternum* (Fig. 537) bezeichnet wird, obgleich er keinen Zusammenhang mit dem Brustbein (Sternum) besitzt und der gleichbenannte Knochen anderer Wirbeltiere ein reiner Deckknochen ist. Er ist wahrscheinlich als ein besonders entwickelter Teil der Coracoid-Partie aufzufassen.

Sitzbein (*Ischium*) oder — gewöhnlich — nur das letztere (das hintere). Bei den Urodelen setzt sich das Becken vorn unten in einen schmalen unpaaren, an der Spitze gewöhnlich Y-förmig gespaltenen Knorpel fort (*Cartilago ypsiloides*). Bei den Anuren sind die Darmbeine nach hinten gerichtete Knochenstäbe; das Sitzbein ist mit dem der anderen Seite zu einer zusammengedrückten, senkrechten Scheibe verschmolzen. – Die Hintergliedmaßen schließen sich in

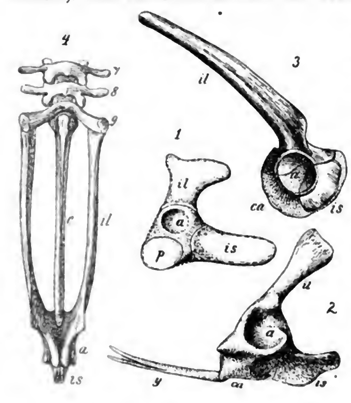


Fig. 538. Das Becken von verschiedenen Amphibien. *1—3* von der linken Seite, *4* von oben. *1* Stegocephale, *2* Urodel, *3—4* Frosch. *a* Gelenkpfanne, *c* Steißbein, *ca* Knorpel, *il* Ilium, *is* Ischium, *p* Pubis, *y* Cartilago ypsiloides, *7—9* Wirbel (*9* Sacralwirbel).

ihrem Bau eng an die Vordergliedmaßen an. Bei den Anuren sind die beiden Unterschenkelknochen verschmolzen, und von den Knochen der Fußwurzel sind die beiden in der oberen Reihe (der dritte fehlt) sehr lang und kräftig. Die Hintergliedmaßen besitzen gewöhnlich je 5 Zehen.

Die Muskulatur des Rumpfes und des Schwanzes schließt sich bei den Amphibienlarven eng an die der Fische an (sie ist in 4 Längsmuskelpartien gesondert, die jede durch dünne bindegewebige Querwände in eine Reihe von Abschnitten geteilt sind); bei den erwachsenen Urodelen sind die Verhältnisse nur wenig verändert, während sich bei den Anuren größere Umgestaltungen vollziehen.

Das Gehirn ist klein. Das Vorderhirn, stets der größte Gehirnabschnitt, ist in zwei Hemisphären geteilt, die bei Urodelen und Gymnophionen ganz getrennt sind, während bei den Anuren dagegen die Riechkolben mit einander verwachsen sind. Das Hinterhirn ist schwach entwickelt, als ein Querband vor dem Nachhirn. Ueber die Epiphyse siehe S. 459.

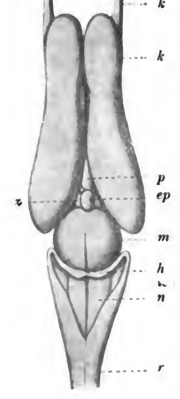


Fig. 539. Gehirn eines Wassersalamanders, von oben. *ep* Epiphyse, *h* Hinterhirn, *k* Riechkolben, *m* Mittelhirn, *n* Nachhirn, *p* Paraphyse, *r* Rückenmark, *z* Zwischenhirn. — Nach Burckhardt.

Die Geruchsorgane sind zwei Kanäle, die von der Außenseite des Kopfes in die Mundhöhle führen und sich hier, hinter dem Kieferrande, öffnen; die äußeren Nasenlöcher können geschlossen und geöffnet werden. — Von den Augenlidern ist nur das untere beweglich; es ist oft halb durchsichtig, nickhautartig. Augenlider fehlen bei den Larven, bei den Perennibranchiaten und den mit rudimentären Augen versehenen Gymnophionen. Tränendrüsen fehlen, dagegen ist eine Hardersche Drüse vorhanden. Bei den erwachsenen Amphibien findet sich ein Tränenkanal. — Gehörwerkzeuge (Fig. 540). Bei den meisten

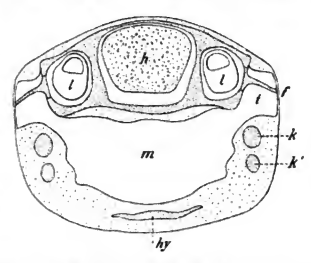


Fig. 540. Querschnitt des hinteren Teiles des Kopfes eines jungen Frosches, um die Paukenhöhle zu zeigen; schematisiert. Knorpel und Knochen dicht punktiert. *f* Trommelfell (an der Stelle, wo der Buchstabe *f* steht, heftet sich der Gehörknochen an das Trommelfell), *h* Gehirn, *hy* Zungenbein, *k* Gaumenknorpel, *k'* Unterkiefer, *l* häutiges Labyrinth (ganz schematisch), *m* Mundhöhle, *t* Paukenhöhle, in welcher der Gehörknochen liegt. — Orig.

Anuren besteht ein kurzer, weiter Kanal, die Paukenhöhle, der vom hinteren Teil der Mundhöhle hinter dem ersten Visceralbogen gegen die Oberfläche des Kopfes hin verläuft; er entspricht dem Spritzloch der Fische, von dem er dadurch abweicht, daß er nach außen durch eine dünne Haut, das Trommelfell, geschlossen ist. Dieser Kanal zieht an demjenigen Teil des Schädels vorüber, der das häutige Labyrinth einschließt; in der Knochenkapsel des letzteren ist an der betreffenden Stelle eine Oeffnung, das ovale Fenster, *Fenestra ovalis* (nach innen von dieser liegt der Vorhof); diese Oeffnung ist von einer besonderen kleinen Knorpelplatte bedeckt, die das verbreiterte Ende eines teilweise verknöcherten stabförmigen Körpers, des Gehörknochens (*Columella auris*), bildet; das andere Ende des Gehörknochens heftet sich an das Trommelfell. Bei den übrigen Amphibien (einigen Anuren, z. B. der Unke, allen Urodelen und Gymnophionen) fehlt der Kanal und damit auch das Trommelfell; das ovale Fenster und den Gehörknochen besitzen sie dagegen alle.

Die hier gegebene Darstellung des Verhaltens der Columella ist nicht ganz korrekt. Sowohl bei Urodelen wie bei Anuren ist beim Erwachsenen die Platte der Columella in zwei Stückchen geteilt, von denen das vordere mit dem stabförmigen Teil zusammenhängt, während das hintere eine besondere Platte ist, von welcher ein kleiner Muskel, ein Ast eines der Schultermuskeln, entspringt. Bei den Larven und bei den Cöcilien zeigt dagegen die Columella das oben beschriebene einfachere Verhalten. Die Bedeutung der genannten Komplikation ist unbekannt.

Darmkanal. Zähne können an den Zwischen- und Oberkieferknochen, am Unterkiefer, und an mehreren anderen der Mundschleimhaut benachbarten Knochen[1]) vorhanden sein; sie sind bei den jetzt-

1) Vomer, Flügelbeinen, Parasphenoid.

lebenden Amphibien immer klein und von einfacher Form. — Die Zunge ist besser als bei den Fischen entwickelt; sie ist mit ihrer Unterseite an der unteren Wand der Mundhöhle festgeheftet, aber derartig, daß die Ränder frei sind: für die Anuren ist es charakteristisch, daß der hintere, freie, zuweilen zweilappige Rand besonders stark entwickelt ist, während der Vorderrand undeutlich ist, so daß diese Tiere eine vorn angeheftete Zunge haben, deren hinterer Teil aus dem Munde herausgeklappt werden kann, um damit Insecten u. dergl. zu fangen. Bei gewissen Urodelen kann die Zunge auf einer Art Schaft, welcher von ihrer Unterseite entspringt, vorgestreckt werden. Bei Pipa und einigen verwandten Formen fehlt die Zunge. — Die Speiseröhre ist kurz und weit, der Darm kurz.

Die Atmungsorgane der Amphibien sind teils Kiemen, teils Lungen; wir betrachten zunächst die ersteren.

Bei den Larven der Urodelen finden sich auf jeder Seite vier Kiemenspalten, die erste zwischen dem Zungenbeinbogen und dem 1. Kiemenbogen, die letzte zwischen dem 3. und 4. Kiemenbogen; jeder Kiemenbogen trägt an seinem äußeren Rand eine dünne häutige Platte, und vom Zungenbeinbogen entspringt eine dicke Hautfalte — dem Kiemendeckel der Fische entsprechend, aber ohne feste Teile —, die sich über die genannten Platten hinlegt. Die Platten entsprechen den Kulissen zwischen den Kiemenspalten bei den Fischen, tragen aber keine Kiemenblätter, sondern am oberen Ende jedes der drei ersten Kiemenbogen sitzt eine vom Kiemendeckel nicht überdeckte Kieme, die aus einem Stamm und zwei Reihen von Blättchen besteht (Fig. 541). Diese Kiemen bleiben bei den Perennibranchiaten zeitlebens bestehen; sie sind bei diesen etwas komplizierter (verästelt). Aehnliche Kiemen besitzen auch die Embryonen einiger Gymnophionen[1]) (vergl. Fig. 548). — Auch die Larven der Anuren sind eine kurze Zeit nach der Geburt mit drei ähnlichen äußeren Kiemen auf jeder Seite wie die Larven der Urodelen versehen; bald werden aber diese Kiemen von den Kiemendeckeln überdeckt, die sich mächtig entwickeln, die Kiemen und Kiemenöffnungen überwachsen und dahinter mit der Körperoberfläche verwachsen, so daß eine große Kiemenhöhle[2]) entsteht, die nur durch eine einzige, in der Regel auf der linken Seite befindliche Oeffnung[3]) mit der Außenwelt

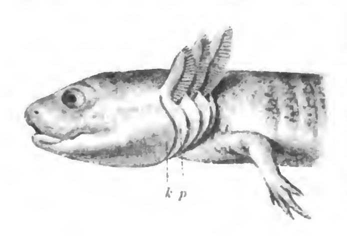


Fig. 541. Kopf etc. einer Urodelenlarve, schematisiert (man sieht in der Figur mehr von den dünnen Platten als in der Wirklichkeit etc.). *k* Kiemendeckel, *p* dünne Platte am ersten Kiemenbogen. — Orig.

1) Bei anderen Embryonen dieser Abteilung hat man statt derartiger Kiemen eine gefäßreiche Platte an jeder Seite gefunden.

2) Die beiden Kiemendeckel gehen auf der Bauchseite ineinander über (Fig. 542 *B*); indem sie nach hinten auswachsen, überdecken sie also einen zusammenhängenden Raum.

3) Bei Pipa und einer verwandten Gattung finden sich zwei Oeffnungen, eine auf jeder Seite.

in Verbindung steht.. Indem die äußeren Kiemen in diese Höhle eingeschlossen werden, bilden sie sich zurück, und an ihrer Stelle entwickeln sich am Außenrande aller vier Kiemenbogen eine große Anzahl verästelter, sogenannter innerer Kiemen, welche eigentümliche, den Anurenlarven allein zukommende Gebilde sind. — Bei den Urodelen-Larven findet sich gewöhnlich am Innenrande der Kiemenbogen ein ähnlicher unvollkommener Seihapparat wie bei Selachiern etc., an jedem Bogen durch eine oder zwei (am 1. und 4. Kiemenbogen eine, an den beiden anderen je zwei) Reihen kurzer Fortsätze repräsentiert, die zwischen die entsprechenden der angrenzenden Kiemenbogen eingreifen. Bei den mit inneren Kiemen versehenen Larven der Anuren ist dieser Seihapparat zu einem hohen Grade von Vollkommenheit entwickelt, so daß er imstande ist, alle, selbst sehr feine, feste Teile von der Kiemenhöhle und den zahlreichen in derselben eingeschlossenen zarten, dünnhäutigen Kiemenbüscheln fernzuhalten. — Ueber die Gefäße der Kiemen vergl. unten.

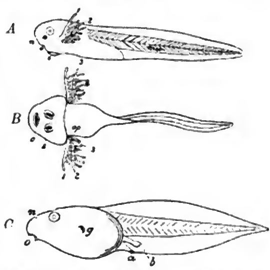


Fig. 542. *A* junge Froschlarve von der Seite; *B* ähnliche (ein wenig ältere) von der Bauchseite; *C* ältere Larve, mit inneren Kiemen. *1*, *2*, *3* die drei äußeren Kiemen, *a* After, *b* Hintergliedmaße, *g* Kiemenöffnung, *mu* Muskeln des Schwanzes, *n* Nasenloch, *o* Mund, *op* Kiemendeckel, *s* Haftorgan. — *C* Orig., *A* und *B* mit Benutzung von Figuren von Ecker.

Die den Amphibien allgemein (Ausnahmen vergl. unten) zukommenden Lungen sind zwei sackförmige Organe, die bei einigen (z. B. den Wassersalamandern, dem Olm) ganz einfach, bei anderen (Landsalamander, Anuren) mit kurzen, dicht miteinander verbundenen Ausstülpungen (Fig. 564 *B*) versehen sind. Bei den Gymnophionen ist die rechte Lunge weit kürzer als die linke. Die Luftröhre, die sich mit einer Längsspalte hinten in die Mundhöhle öffnet, ist fast immer ganz kurz, nur die gemeinsame Oeffnung der beiden Lungen; sie ist von mehreren Knorpelstückchen gestützt und enthält bei den Anuren Stimmbänder, die dagegen bei den übrigen fehlen. — Die Luftaufnahme findet in der Weise statt, daß das Tier bei geschlossener Mundöffnung die weiche Partie zwischen den Unterkieferästen senkt und durch die geöffneten Nasenlöcher Luft in die Mundhöhle einsaugt; darauf werden die Nasenlöcher geschlossen und die untere Wand der Mundhöhle wieder gehoben, wodurch die Luft in die Luftröhre hineingepreßt wird. Die Luft wird aus den Lungen ausgestoßen, indem die Leibeswand sich zusammenzieht und auf die elastischen Lungenwände drückt.

Bei einer nicht geringen Anzahl von Salamandern, darunter ein paar in Süd-Europa lebenden Arten, sind die Lungen rudimentär oder fehlen ganz. Diese Tiere helfen sich teils durch die Hautatmung — die überhaupt bei den Amphibien eine große Rolle spielt —, teils durch eine Mundhöhlenatmung: Luft wird in gewöhnlicher Weise in die Mundhöhle aufgenommen und wieder ausgestoßen.

Bei den Männchen mancher Anuren geht von dem hinteren Teil des Mundhöhlenbodens ein Paar Ausstülpungen aus, die, wenn das Tier seine Stimme ertönen läßt, zu großen dünnwandigen Blasen aufgeblasen werden. Diese Schallblasen wirken in der Weise, daß die Luftmenge, die von den Lungen an den Stimmbändern vorüber getrieben wurde und diese in Schwingungen versetzt hat, nicht in die Luft hinaus, sondern in die Blasen hinein geht und nachher wieder durch die Elastizität letzterer in die Lungen zurückgetrieben wird, wenn die Rumpfwand erschlafft; dann wieder aus diesen heraus usw.

Auch die Urodelen, denen Stimmbänder abgehen, können einen Laut erzeugen.

Das Herz (Fig. 462) weicht von dem der Fische dadurch ab, daß der Vorhof durch eine dünne Scheidewand in zwei, einen rechten und einen linken, geteilt ist, von denen der letztere kleiner ist und das Blut aus den Lungen empfängt, während der rechte das Blut der übrigen Venen aufnimmt. Oft ist die Scheidewand von kleineren oder größeren Oeffnungen durchbrochen, also unvollständig. Die Herzkammer ist stets ungeteilt, zeigt nicht einmal eine Andeutung einer Teilung; sie besitzt ebenso wie die der Fische dicke, spongiöse Wände; an der Grenze des Vorhofes ist ein Paar Klappen vorhanden. Der *Conus arteriosus*, der von der Herzkammer vorn rechts entspringt, ist eine gewöhnlich wohlentwickelte Röhre, die etwas spiralig gewunden ist; er enthält an jedem Ende eine Querreihe von Klappen und ist außerdem mit einer Längsfalte versehen, die mit einer der Klappen der vorderen Reihe zusammenhängt und in den Hohlraum des Conus stark vorspringt (über ihre Bedeutung vergl. unten).

Bei den Larven der Amphibien verhält sich das vom Herzen entspringende Arteriensystem (Fig. 543 *A*) ähnlich wie bei den Fischen:

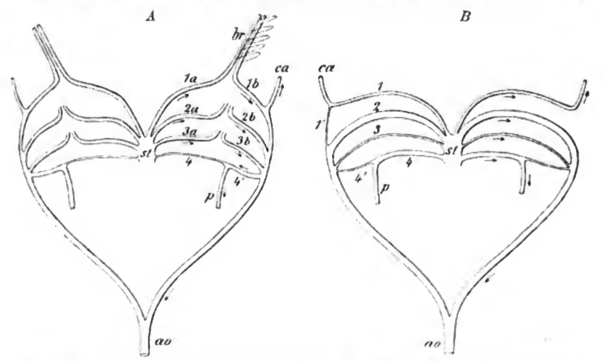


Fig. 543. Arterienbogen der Urodelen, schematisch. *A* Larve, *B* erwachsenes Tier. *ao* Aorta, *br* Kieme (abgekürzt, am zweiten und dritten Bogen fortgelassen), *ca* Carotis, *p* Lungenarterie, *st* Arterienstamm; *1—1'* erster, *2* zweiter, *3* dritter, *4—4'* vierter Arterienbogen; *1a—3a* erste bis dritte zuführende Kiemenarterie; *1b—3b* erste bis dritte abführende Kiemenarterie. Die Pfeile deuten die Richtung des Blutstroms an. — Orig.

es geht zu jedem kiementragenden Kiemenbogen eine zuführende Kiemenarterie und von jedem derselben eine abführende; die ersteren entspringen von dem bei den Amphibien sehr kurzen Arterienstamm; die letzteren bilden durch ihre Vereinigung die Aorta. Bei den Larven der Urodelen verläuft am kiemenlosen letzten Kiemenbogen ein einfacher Arterienbogen; von diesem — bei den Larven der Anuren von der letzten abführenden Kiemenarterie — entspringt die Lungenarterie; von der ersten abführenden Kiemenarterie entspringen Arterien, die zum Kopf gehen (Carotiden).

Bei der Metamorphose gehen die Kiemengefäße zugrunde, und die zu- und abführenden Kiemenarterien vereinigen sich[1]) zu einfachen Arterienbogen, die — wie vorher die abführenden Kiemenarterien — durch ihre Vereinigung die Aorta bilden. Der erste von ihnen verliert aber gewöhnlich die Verbindung mit den übrigen und versorgt nur den Kopf mit Blut; auch der vierte verliert manchmal die Verbindung mit den anderen und setzt sich nur in die Lungenarterien fort; und der dritte Arterienbogen geht bei manchen völlig zugrunde. Im letzteren Fall wird die Aorta — wenn gleichzeitig der erste und der vierte Bogen keine Verbindung mit ihr besitzen — allein von dem zweiten Arterienbogen gebildet, der stets stärker als die übrigen ist. Die Aorta wird somit bei den Amphibien bald nur von einem Paar Arterienbogen, bald von mehreren gebildet. (Die Gymnophionen schließen sich im erwachsenen Zustande eng an die übrigen an; das Gefäßsystem der Larven ist bis jetzt unbekannt.)

Bei den Urodelenlarven ist derjenige Teil (*4*, Fig. 543 *A*) des 4. Arterienbogens, der zwischen dem Arterienstamm und der Ursprungsstelle der Lungenarterie liegt, sehr dünn, viel dünner als die Lungenarterie, während der übrige Teil (*4'*) desselben Arterienbogens ebenso weit ist wie letztere: die Lungenarterie erhält bei der Larve offenbar ihre überwiegende Blutmasse aus dem durch die Vereinigung der drei abführenden Kiemenarterien gebildeten Gefäß, also arterielles Blut. Beim ausgebildeten Tier verhalten sich die Dimensionen der genannten Abschnitte des 4. Arterienbogens gerade umgekehrt (Fig. 543 *B*).

Bei den Larven der Amphibien entspricht der Kreislauf wesentlich demjenigen der Fische. Bei den Erwachsenen wird trotz der einfachen Herzkammer dennoch eine gewisse Sonderung des arteriellen Blutes aus der Lunge und des venösen Blutes erreicht; die Verhältnisse sind jedoch zu kompliziert, um näher auf dieselben eingehen zu können. Es muß die Bemerkung genügen, daß namentlich mittels der Längsfalte des Conus arteriosus erreicht wird, daß das arterielle Blut des linken Vorhofs fast allein in die beiden ersten Arterienbogenpaare strömt, während das venöse Blut des rechten Vorhofs teils in dieselben Arterienbogen, teils in das 3. und 4. Paar gelangt; vom 4. Paar gehen, wie vorhin erwähnt, die Lungenarterien aus, die somit venöses Blut erhalten, während das Blut der Körperarterien ein „gemischtes" ist.

Vom 4. Arterienbogen gehen größere oder kleinere Aeste an die Haut, namentlich ist bei den Anuren eine solche sehr große Hautarterie vorhanden, die dem Angeführten zufolge venöses Blut empfängt; die Haut hat bei diesen Tieren in der Tat eine große Bedeutung für die Respiration. Das in der Haut oxydierte Blut mischt sich übrigens mit dem Blut

1) Bei den Larven der Urodelen ist die zu- und die abführende Kiemenarterie an der Basis der Kieme durch ein dünnes Gefäß (Anastomose) verbunden, das sich bei der Verwandlung erweitert (nicht gezeichnet in Fig. 543 *A*).

der anderen Venen und geht zum rechten Vorhof. — Im ganzen ist, wie man sieht, die Sonderung der beiden Blutarten bei den Amphibien eine sehr unvollständige.

Die Harnleiter münden in die Cloake, die eine ventrale Ausstülpung besitzt, welche als Harnblase fungiert. Letztere, die oft in zwei Zipfel ausgezogen ist, steht nicht mit den Harnleitern in unmittelbarer Verbindung, sondern diese münden getrennt von ihr in die Cloake (Fig. 544—45).

Fig. 544. Fig. 545.

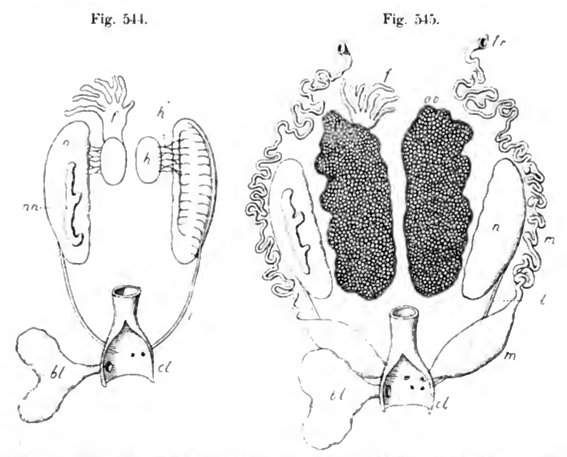


Fig. 544. Harn- und Geschlechtsorgane eines Anuren-Männchens, auseinandergelegt, leicht schematisiert. Von der Unterseite, Cloake seitlich aufgeschnitten und ausgebreitet, so daß man die Oeffnungen in der Wand sieht.

Fig. 545. Dasselbe eines Anuren-Weibchens, ebenso.

bl Harnblase, *cl* Cloake, *f* Fettkörper (auf der einen Seite entfernt), *h* Hoden, *h'* Kanälchen von demselben zu der Niere, *l* Harnleiter, *m* Eileiter, unteres *m* erweiterter Abschnitt desselben zur Aufnahme der Eier, *n* Niere, *nn* Nebenniere (auf der einen Seite fortgelassen), *or* Eierstock.

Die Eierstöcke sind nach der Jahreszeit von sehr verschiedener Größe; in der Fortpflanzungszeit haben sie einen ansehnlichen Umfang. Die Müllerschen Gänge sind lange gewundene Schläuche, die in der Fortpflanzungszeit wegen der stärkeren Entwicklung der in ihrer Wand gelegenen Eiweißdrüsen am dicksten sind; ihr Trichter liegt ganz vorn in der Bauchhöhle, weit von den Eierstöcken entfernt; die abgelösten Eier werden durch die Bewegung von Wimperhaaren, mit denen ein Teil des die Bauchhöhle auskleidenden Epithels ausgestattet ist, den Trichtern zugeführt. Mit dem anderen Ende münden die Gänge, gewöhnlich getrennt, in die Cloake. Bei manchen Anuren ist der hinterste Teil der Eileiter blasenförmig angeschwollen und in der Laich-

zeit mit Eiern angefüllt. — Die Hoden stehen in ähnlicher Weise wie bei den Selachiern, Lungenfischen etc. mit den Nieren in Verbindung, und der Same wird durch die Harnleiter abgeführt. Bei dem Männchen ist an jeder Seite ein rudimentärer Müllerscher Gang vorhanden.

Eine eigentliche Begattung findet nur bei den Gymnophionen statt; die lange umgestülpte Cloake des Männchens fungiert als Begattungswerkzeug. — Bei den Anuren umklammert das Männchen das laichende Weibchen mit den Vordergliedmaßen, und während die Eier die weibliche Cloakenöffnung verlassen, spritzt das Männchen den Samen über dieselben aus; die Befruchtung der Eier findet also im Wasser statt. Die Vorderbeine des Männchens sind kräftiger als die des Weibchens und bei manchen Formen in der Laichzeit mit rauhen, verhornten Schwielen an der Hand versehen, so daß sie besser festhalten können. Bei den Wassersalamandern läßt das Männchen Spermatophoren auf den Boden des Wassers fallen; jede Spermatophore besteht aus einem Samenklumpen, der mit einer größeren, oft zierlich geformten Gallertmasse verklebt ist. Dann bewegt das Weibchen sich über die Spermatophore hin, die an der Cloakenöffnung hängen bleibt; die Samenmasse wird in die Cloake aufgenommen, wo die Spermatozoen in kleine, als Samentaschen fungierende Schläuche in der Cloakenwand eindringen. Hier findet somit die Befruchtung im mütterlichen Körper statt. Bei den Landsalamandern werden Spermatophoren ähnlich, aber auf dem Lande abgelegt und dann vom Weibchen aufgenommen.

Wie schon vorhin erwähnt, findet sich bei den Kröten (*Bufo*) am Vorderende der Hoden ein Körperchen, das ähnlich wie ein unreifer Eierstock gebaut ist. Bei den Weibchen derselben Gattung ist übrigens ein entsprechender Teil des Eierstockes ebenso entwickelt; dieser Teil ist besonders bei jungen Weibchen deutlich, bildet sich später zurück.

An den Geschlechtsdrüsen, oft mit diesen eng verbunden, findet sich bei den Amphibien ein Paar sehr fetthaltiger, oft recht augenfälliger (gelber), bei den Anuren handförmig gelappter Körper, sog. Fettkörper, die durch Umbildung eines Stückes der Eierstocks- resp. Hodenanlage entstanden sind.

Die Eier werden in der Regel ins Wasser (Süßwasser) abgelegt und sind bei der Ablage von je einer dünnen Eiweißschicht umgeben, die im Wasser zu einer dicken Gallertkapsel anschwillt. Sie werden entweder einzeln (seltener) oder in Reihen, Schnüren, Klumpen abgelegt. Sie variieren in Größe von ein paar bis etwa 10 mm im Durchmesser. Die Furchung ist in der Regel total, die Furchungszellen sind aber an einem Pol größer (vergl. S. 65 und Fig. 60); die Eier der Blindwühlen unterliegen möglicherweise einer partiellen Furchung. Selten gelangt das Ei, wie beim Landsalamander u. a., auch bei einzelnen Anuren[1]), im Eileiter zur Entwicklung. Eine Ei- oder Brutpflege findet man bei verschiedenen Amphibien: Pipa, Geburtshelferkröte, Blindwühlen etc.; vergl. unten.

Für die Amphibien ganz besonders charakteristisch ist die Metamorphose, die sie fast alle durchlaufen. Die Larven sind, wie schon oben erwähnt, mit wohlentwickelten Kiemen versehen, und der Kreislauf und die Anordnung des Gefäßsystems entsprechen fast ganz den

1) Bei den betreffenden Anuren, deren Eier sehr groß sind, verlassen die Jungen als kleine Frösche den Eileiter, durchlaufen die Metamorphose im Mutterleibe.

Verhältnissen der Fische; sie besitzen schon Lungen, die aber noch nicht als Atmungsorgane fungieren. Bei der Metamorphose findet nun die bedeutungsvolle Umänderung im Baue und in den Lebensverhältnissen des Tieres statt, daß die Kiemen sich rückbilden und die Lungen in Tätigkeit treten, was unter anderem große Umbildungen des Gefäßsystems nach sich zieht (vergl. S. 546—47). Die Unterschiede zwischen der Larve und dem ausgebildeten Tiere beschränken sich aber nicht hierauf: auch in mehreren anderen Beziehungen weicht die Larve von dem Erwachsenen ab und nähert sich den Fischen. So geht z. B. der Haut eine Hornschicht ab, und die Haut besitzt ganz ähnliche, zum Teil reihenweise geordnete Sinneshügel wie die Fische (vergl. S. 504); die Sinneshügel, die stets frei liegen, tragen sogar ähnliche feine Röhren wie bei letzteren[1]). Augenlider fehlen stets, ein Flossensaum ist selbst bei denjenigen vorhanden, denen er später abgeht. Das Visceralskelet (S. 540) ist dem der Fische weit ähnlicher als später etc. Bei der Metamorphose finden deshalb ausgedehnte Umbildungen, z. T. auch Zerstörungen und Neubildungen statt, die vielfach an die Verhältnisse bei der Insecten-Metamorphose erinnern (Fig. 547, vergl. Fig. 360, S. 358). — Die Larven sind, wenn sie die Eihaut verlassen, gewöhnlich von der ausgebildeten Larvengestalt etwas abweichend; namentlich sind die Gliedmaßen nicht vorhanden oder nur angedeutet, oft sind noch am Kopfe Haftwerkzeuge vorhanden, die später fehlen (Fig. 542 *A*—*B* und 546 *A*).

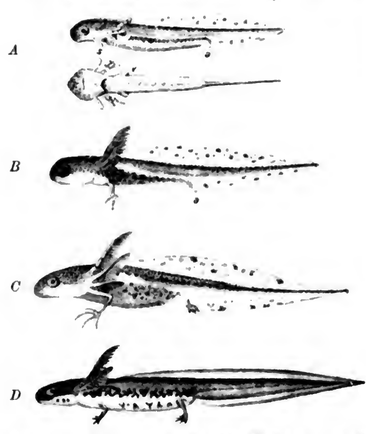


Fig. 546. *A*—*C* Larven des großen Wassermolchs. *A* neugeboren, von der Seite und von unten. *B* 12 Tage alt. *C* ca. 5 Wochen alt. *D* Larve des kleinen Wassermolchs, kurz vor der Metamorphose. (*A* ca. 5-, *B* 3—4-, *C* und *D* knapp 2mal vergr.). *a* After. *s* Haftorgan, *v* Vordergliedmaße. — Nach Rusconi.

Die Metamorphose selbst, d. h. der Uebergang aus der Larvenform in die Gestalt des ausgebildeten Tieres, vollzieht sich ziemlich plötzlich, die Umänderungen spielen sich im Laufe ziemlich kurzer Zeit ab. Die Größe, welche die Larve vor der Metamorphose erreicht, ist sehr verschieden, oft unterscheiden sich sogar nahe verwandte Arten in dieser Beziehung auffallend (innerhalb der Gattung Rana werden

1) Die Sinneshügel finden sich auch bei einigen erwachsenen Amphibien (sowohl Urodelen wie Anuren), entbehren aber hier stets der feinen Röhre.

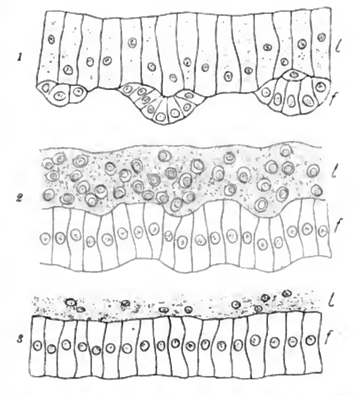


Fig. 547. Schnitte durch das Darmepithel von jungen Anuren in der Metamorphose. *l* Larvenepithel, in *2* und *3* stark in Degeneration begriffen. *f* definitives Epithel, in *1* noch als Zellennester unterhalb des Larvenepithels, in *2* und *3* zu einer zusammenhängenden Schicht zusammengeschlossen. — Schemata, nach versch. Vorbildern.

die Larven des Wasserfrosches z. B. sehr groß, die der Grasfrösche dagegen sind ziemlich klein); das Wachstum ist übrigens in der Regel mit der Metamorphose weitaus nicht abgeschlossen (wie bei den Insecten), sondern dauert noch lange Zeit fort[1]. — Bei einigen Urodelen, nämlich bei gewissen Wassermolchen, hat man beobachtet, daß die Larve zuweilen über ihre gewöhnliche Größe hinaus wächst und in der Larvengestalt geschlechtsreif wird und überhaupt nicht über diese hinaus gelangt („Neotenie"). Dasselbe geschieht häufiger mit der Larve eines mexikanischen Salamanders, dem Axolotl (*Siredon mexicanus*); sie wird sogar in einigen Seen stets in der Larvengestalt geschlechtsreif und verwandelt sich nachher nicht. Endlich gibt es eine Anzahl Urodelen, die Perennibranchiaten (Gattung *Proteus* u. a.), die stets auf der Larvenstufe verharren, nie eine Metamorphose durchlaufen. Diese Formen verhalten sich in ihrem Baue in allem Wesentlichen wie Larven, mit alleiniger Ausnahme der Entwicklung der Geschlechtsorgane; in einzelnen Punkten treten jedoch bei einigen von ihnen Rückbildungen ein, so sind z. B. beim Olm die Lungen im Verhältnis zur Größe des Tieres sehr schwach entwickelt (sie sind ebensowenig wie die Lungen der Larven von respiratorischer Bedeutung).

Bei ein paar Gattungen von Urodelen, *Menopoma* und *Amphiuma*, schwinden zwar die Kiemen, die Kiemenöffnungen bleiben aber bestehen, und die Tiere verharren überhaupt in mehrfacher Beziehung auf dem Larvenstadium oder richtiger auf einer Uebergangsstufe.

Die jetzt lebenden Amphibien halten sich alle im Süßwasser oder auf dem Lande auf; es sind fast immer kleine oder mittelgroße Formen, die sich von Insecten und anderen Tierchen ernähren. In früheren Perioden waren die Amphibien zum Teil durch ansehnlichere Formen vertreten (vergl. unten). In bezug auf die geographische Verbreitung der Amphibien ist die Merkwürdigkeit hervorzuheben, daß die Urodelen fast ausschließlich den gemäßigten Teilen der nördlichen Halbkugel angehören.

1) Eine kolossale Größe erreicht die Larve eines südamerikanischen Frosches (*Pseudis paradoxa*).

1. Ordnung. Urodela.

Schwanz wohlentwickelt. Vorder- und Hintergliedmaßen ungefähr gleich entwickelt, schwach. Larven mit drei äußeren Kiemen auf jeder Seite.

1. Die Wassersalamander oder Wassermolche (*Triton*) haben einen zusammengedrückten Schwanz, und auf der Rückenseite des Rumpfes und oben und unten am Schwanze ist ein Flossensaum vorhanden, der in der Fortpflanzungszeit am stärksten entwickelt ist (am größten beim Männchen). In der Laichzeit leben sie im Wasser, außerhalb derselben auf dem Lande (das Männchen jedoch häufig im Wasser); die Eier werden (im Frühling) einzeln oder in kurzen Reihen an Wasserpflanzen abgelegt. Die soeben aus dem Ei geschlüpfte Larve (Fig. 546 *A*) besitzt hinten am Kopfe ein Paar stielartige Fortsätze, mittels deren sie sich an Pflanzen anheftet; von den Gliedmaßen sind nur warzenförmige Anlagen der Vorderbeine vorhanden. Allmählich entwickeln sich die Gliedmaßen, die vorderen zuerst; die Haftwerkzeuge verschwinden bald. Das Larvenleben dauert gewöhnlich einige Monate. In Deutschland leben: der große Wassermolch (*T. cristatus*) mit mehr körniger Haut; der kleine W. (*T. taeniatus*), die gemeinste Art; der Feuermolch (*T. alpestris*), besonders in Gebirgsgegenden häufig; der Leistenmolch (*T. helveticus*) mit fadenförmiger Schwanzspitze, selten; die drei letzten sind ungefähr von gleicher Größe, ersterer bedeutend größer.

2. Der Landsalamander (*Salamandra maculosa*) ist ein Tier von ansehnlicher Größe (bis 18 cm), samtschwarz mit großen unregelmäßigen gelben Flecken, ohne jede Spur von Flossensaum, Schwanz abgerundet. In Mittel- und Süd-Europa. Gebiert lebendige Junge (von ganz anderer Färbung), die bei der Geburt mit Kiemen, beiden Beinpaaren und Flossensaum versehen sind; sie werden im Frühjahr im Wasser geboren, worin man den Landsalamander sonst nie antrifft. Es ist von Interesse, daß die Larve, während sie noch im Eileiter lebt, mit weit längeren Kiemenblättern als später versehen ist. — Der schwarze Alpensalamander (*S. atra*), dem soeben erwähnten nahe verwandt, ganz schwarz, lebt in den Alpen. Gebiert ebenfalls lebendige Junge, auf einmal fast immer nur zwei (S. maculosa gebiert eine größere Anzahl), eins für jeden Eileiter. Im Eileiter befinden sich mit demjenigen Ei zusammen, aus dem dieses Junge sich entwickelt, mehrere unbefruchtete Eier, die zusammenfließen und dem jungen Tier als Nahrung dienen: letzteres ist mit außerordentlich großen Kiemen versehen, die einen großen Teil des Körpers umgeben, vor der Geburt aber sich rückbilden, so daß die Metamorphose sich im Mutterleibe vollzieht; der Alpensalamander, dessen Trächtigkeit 2—3 Jahre dauert, gebiert seine Jungen auf trockenem Lande, und letztere führen überhaupt kein Wasserleben.

3. Der Axolotl (*Siredon mexicanus*) ist eine Salamanderlarve, die sich an gewissen Lokalitäten nicht verwandelt, sondern in der Larvengestalt geschlechtsreif wird und volle Größe erreicht. Die verwandelte Form (*Amblystoma tigrinum*) ist ein Landsalamander. Der Axolotl, der in Mexiko einheimisch ist, ist eierlegend; die neugeborenen Jungen sind Tritonlarven derselben Stufe ganz ähnlich.

4. Unter dem Namen *Perennibranchiata* (Kiemenmolche) faßt man die oben (S. 551) genannten Urodelen zusammen, die stets die Kiemen und andere Larvencharaktere das ganze Leben hindurch behalten. Hierzu gehört der blinde (mit rudimentären Augen versehene), blasse, sehr lang-

gestreckte Olm (*Proteus anguineus*) mit 3 Zehen an den Vorder-, 2 an den Hintergliedmaßen; in Höhlenseen Oesterreichs. Ferner die Gattung *Menobranchus* (*Necturus*), weniger gestreckt, mit 4 Zehen an allen Gliedmaßen, und *Siren lacertina*, mit Hornkiefern, aalförmig, ohne Hintergliedmaßen (letztere Art bis 1 m lang), beide in Nordamerika. — Die Gattungen *Menopoma* und *Amphiuma* (letztere aalförmig, mit vier sehr kleinen Gliedmaßen mit je 2—3 Zehen), verlieren, wie schon vorhin erwähnt, die Kiemen, behalten aber die Kiemenspalten und mehrere andere Larvencharaktere. Mit Menopoma nahe verwandt ist der 1—2 m lange japanische Riesensalamander (*Cryptobranchus japonicus*), dessen Kiemenöffnungen sich schließen.

2. Ordnung. **Anura.**

Bei den Erwachsenen fehlt ein vorstehender Schwanz. Die Hintergliedmaßen, welche immer stärker sind als die Vordergliedmaßen, sind Sprung- und Schwimmbeine mit größerer oder kleinerer Schwimmhaut zwischen den Zehen. Unterkiefer meist zahnlos. Larven zuerst mit äußeren, später mit inneren Kiemen.

Die jungen Larven (Fig. 542 *A—B*) sind gestreckte Tierchen, jederseits mit drei äußeren Kiemen versehen und am Kopfe mit einem Paar saugnapfähnlicher, klebriger Gebilde ausgestattet, vermittelst deren sie sich an Pflanzen und dergleichen festhalten; Gliedmaßen fehlen. Nach wenigen Tagen werden aber die äußeren Kiemen von den großen Kiemendeckeln überdeckt und gehen zugrunde, und es bilden sich an allen Kiemenbogen innere Kiemen (vergl. oben S. 544—45). Gleichzeitig ändert sich die Form des Körpers. Kopf und Rumpf bilden jetzt einen fast kugeligen Teil, der von dem zusammengedrückten, kräftigen, mit großem Flossensaum ausgestatteten Schwanz abgesetzt ist (Fig. 542 *C*); die Haftapparate verschwinden. Die Larve (Kaulquappe), die mit Hornkiefern und einem langen, spiralig aufgerollten Darm versehen ist, ernährt sich besonders von verwesenden Pflanzenteilen, toten Tierchen, Schlamm etc.; sie schwimmt lebhaft umher. Von den sich allmählich entwickelnden Gliedmaßen liegen die vorderen während des ganzen Larvenlebens in der Kiemenhöhle versteckt; die Stellen, an denen sie hervorwachsen, sind nämlich zusammen mit den Kiemenbogen von den Kiemendeckeln überdeckt worden. Die Vorderbeine brechen durch die äußere Wand der Kiemenhöhle hindurch; dies geschieht aber erst, wenn die Metamorphose eintritt, bei welcher der Schwanz schrumpft, die Zähne sich entwickeln (wenn das erwachsene Tier solche besitzt), der kleine Mund größer wird etc.

1. Die Frösche (*Rana*) haben Zähne im Obermund (keine auf dem Unterkiefer), glatte Haut, rundliche Pupille, lange kräftige Hinterbeine mit vollständiger Schwimmhaut zwischen den Zehen. Die Eier werden in großen Klumpen abgelegt. In Deutschland leben folgende Arten: die Grasfrösche oder braunen Frösche, drei verschiedene, einander sehr ähnliche, früher unter dem Namen „*Rana temporaria*“ zusammengeworfene Arten, *R. platyrrhina* (oder *fusca*), *oxyrrhina* (oder *arvalis*) und *agilis*, wovon die erste weitaus die häufigere ist, die letzte (südlichere) Art selten; sie leben wesentlich nur in der Laichzeit im Wasser, sonst meistens auf dem Lande, im Gegensatz zu dem großen, grünen Wasserfrosch (*R. esculenta*), der das ganze Jahr hindurch im oder am Wasser lebt und besser als die anderen schwimmt und springt; der Wasserfrosch laicht später als die Grasfrösche, deren Fortpflanzung in den ersten Frühling fällt, und seine Larven erreichen eine weit bedeutendere Größe.

2. Die Laubfrösche (*Hyla* u. a.) unterscheiden sich von den Fröschen dadurch, daß sie an der Spitze jeder Zehe eine (durch Adhäsion wirkende) Haftscheibe besitzen. Im größten Teil von Europa lebt die grüne *Hyla arborea*, die man außerhalb der Laichzeit meistens an Bäumen findet.

3. Die Krötenfrösche (*Pelobatidae*) weichen von den Fröschen durch kürzere Hinterbeine, senkrechte Pupille und warzige Haut ab. In Deutschland leben folgende: die Unken (*Bombinator igneus* und *bombinus*), Bauchseite schwarz und gelb; die Knoblauchskröte (*Pelobates fuscus*), Hinterfüße mit einem messerscharfen, verhornten Höcker an der Innenseite, die Larve erreicht eine noch bedeutendere Größe als diejenige des Wasserfrosches; die Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*), deren Männchen die Eier um seine Hinterbeine wickelt und dieselben mit sich umherträgt, bis die Larven ausschlüpfen sollen, geht dann ins Wasser, und die Larven verlassen die Eihülle; letztere Art nur im westlichen Deutschland (außerdem in Frankreich etc.).

4. Die Kröten (*Bufo*) sind zahnlos, haben kürzere Hinterbeine als die Frösche und unvollständige Schwimmhaut zwischen den Hinterzehen, querliegende Pupille, warzige Haut. Die Eier werden in langen Schnüren abgelegt. Landbewohner. In Deutschland: die Erdkröte (*B. vulgaris*), die Kreuzkröte (*B. calamita*) mit einem gelben Längsstreifen auf der Rückenmitte, die Wechselkröte (*B. viridis*) mit großen, grünen Flecken auf dem Rücken.

5. Die Wabenkröte (*Pipa americana*) ist ein großes, abgeplattetes Anur mit kleinen Augen, zungenlos, zahnlos, mit großer Schwimmhaut zwischen den Hinterzehen. Lebt ausschließlich im Wasser. Während der Copula wird die Cloake des Weibchens ausgestülpt und auf dessen Rücken gestreckt, wo die heraustretenden Eier mit Hilfe des Männchens verteilt werden; für jedes Ei bildet sich in der Haut eine kleine Grube, in der die Entwicklung des Eies vor sich geht und die Metamorphose durchlaufen wird. Südamerika. — Andere zungenlose Anuren (*Xenopus*) in Afrika.

3. Ordnung. **Gymnophiona, Blindwühlen.**

Körper gestreckt, wurmförmig, gliedmaßenlos; Schwanz rudimentär: Augen rückgebildet. Haut mit Ringfurchen an der Oberfläche, oft Knochenschuppen enthaltend.

Die Gymnophionen (Gattung *Coecilia* u. a.) leben in der Erde in den wärmeren Ländern; sie ernähren sich von Regenwürmern u. dergl. Die Entwicklungsgeschichte ist nur für wenige Arten näher bekannt, von denen wir hier als Beispiel eine in Ostindien lebende Art, *Epicrium glutinosum*, betrachten. Diese Form legt ihre großen Eier in ein Erdloch ab, umschlingt den Eierklumpen mit ihrem Körper und verläßt ihn nicht eher, als bis die Jungen ausgeschlüpft sind. Der fertig ausgebildete Embryo besitzt drei Paar ähnliche Kiemen wie die Salamanderlarven, rudimentäre Hintergliedmaßen und einen



Fig. 548. Embryo von *Epicrium glutinosum*, dem Ei entnommen. — Nach Sarasin.

kurzen, mit Flossensaum versehenen Schwanz. Wenn er das Ei verläßt, verliert er die Kiemen. Das neugeborene Junge begibt sich nach einer Wasseransammlung, in der es längere Zeit zubringt.

Die ältesten Amphibien sind die **Stegocephalen,** die eine ähnliche Körperform besaßen wie die Urodelen, von denen sie aber in vieler Hinsicht sich abweichend verhalten. Es ist eine sehr große Abteilung, die in der Kohlen-, Perm- und Triasformation auftrat; einige erreichten eine sehr bedeutende Größe (Schädel bis anderthalb Meter), andere waren von Salamandergröße. Bei einigen war die Chorda zylindrisch und jeder Wirbel aus mehreren getrennten Knochenstücken zusammengesetzt, welche die Chorda umgaben; andere hatten dagegen amphicöle Wirbel. Die

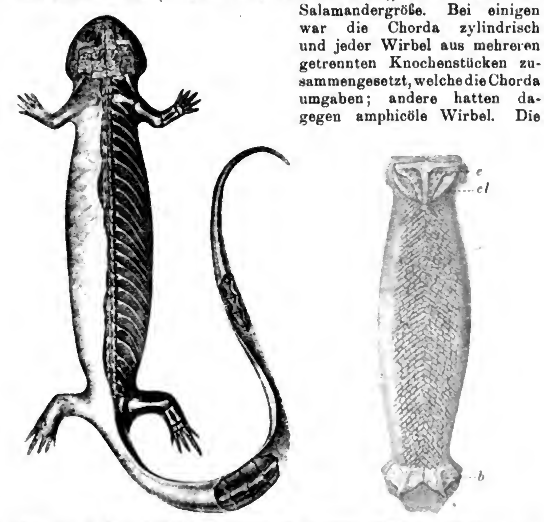
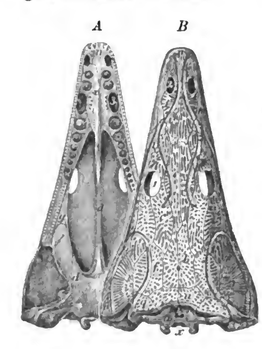


Fig. 549. Ein Stegocephale, *Keraterpeton crassum,* restauriert, Skelet in den mutmaßlichen Umriß eingezeichnet. Ungefähr natürl. Gr. Rechts die Unterseite des Rumpfes mit den knöchernen Schuppen. *cl* Schlüsselbein, *e* Episternum, *b* Becken. — Nach Fritsch.

Rippen waren bei einigen lang. Es ist ein zusammenhängendes Schläfendach vorhanden; die ganze Schädeloberfläche ist bei manchen grubig; oben ein großes Parietalloch (Fig. 550 *B*): Parietalauge. Häufig finden sich auf der Oberfläche des Schädels Furchen, in denen ohne Zweifel Aeste der Seitenlinie gelegen haben (ähnliche bei manchen Fischen). Die Sclera des Auges besaß ebenso wie bei manchen Reptilien (aber nicht bei den jetztlebenden Amphibien) häufig einen Ring von Knochenplatten. Es waren wie bei gewissen ausgestorbenen Reptilien zwei Schlüsselbeine (Clavicula und Cleithrum) jederseits entwickelt; auch ein ähnliches Vorderbrustbein wie bei manchen Reptilien. In der Haut der Bauchseite (seltener auch der Rückenseite) waren knöcherne Schuppen (ähnlich denen der Fische) ent-

wickelt. Die Oberfläche der Zähne besitzt bei einem Teil der Stegocephalen tiefe, gewundene, zusammengedrückte Falten, die namentlich am Grunde des Zahnes sich tief in die Zahnmasse hinein erstrecken und auf einem Querschnitt als gewundene Linien erscheinen; daher der Name Labyrinthodonten, mit dem man früher häufig diese Abteilung bezeichnete, der aber nur auf einen Teil ihrer Mitglieder paßt, indem die übrigen einfach gebaute Zähne besitzen.



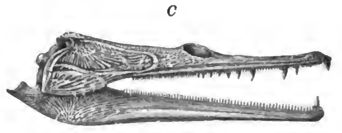


Fig. 550. Schädel eines Stegocephalen (*Trematosaurus*) von unten (*A*), von oben (*B*) und von der Seite (*C*). *1* Augenhöhle, *2* äußeres, *3* inneres Nasenloch, *4* Hinterhauptsöffnung, *a* Hinterhaupts-, *b* Scheitel-, *c* Stirnbein, *d* Parasphenoid, *g* Gaumen- und Flügelbein, *m* Ober-, *n* Zwischenkieferbein, *s* Quadratbein, *t* Nasenbein, *r* Vomer, *x* Hinterhaupts-Gelenkhöcker. Die übrigen Buchstaben bezeichnen verschiedene Deckknochen.

4. Klasse. **Reptilia.**

Der Körper schließt sich, was die äußere Form betrifft, im allgemeinen eng an die der Urodelen an, unterscheidet sich aber dadurch, daß ein deutlicherer, bisweilen sogar sehr langer Hals vorhanden ist; der kräftige Schwanz ist oft ganz rund. Die Gliedmaßen sind ebenso wie bei den Urodelen gewöhnlich im Vergleich mit denen der beiden folgenden Klassen klein und schwach, Ellenbogen und Knie nach außen gerichtet; der Schwanz spielt in der Regel noch eine nicht geringe Rolle als Bewegungswerkzeug.

Die Haut ist mit einer festen Hornschicht versehen, die bei den Schlangen und einigen Sauriern in gewissen Zwischenräumen (mehrere Male jährlich) als ein zusammenhängendes Ganzes abgestreift wird (die Schlangen stülpen dabei die ganze „alte Haut" um, die Saurier kriechen aus derselben aus); bei der Mehrzahl der Saurier wird die Hornschicht dagegen in größeren Fetzen, bei den Schildkröten und Crocodilen in ganz kleinen Stücken abgelöst; sehr harte und dicke Teile der Hornschicht werden bei der Häutung nicht mit abgeworfen. Die Körperoberfläche ist mit sogenannten Schuppen bedeckt, die aber ganz andere Gebilde sind als die Schuppen der Fische. Die Schuppen der Reptilien lassen sich als Hautwarzen charakterisieren, die im allgemeinen stark abgeplattet, dicht nebeneinandergestellt und regelmäßig angeordnet sind. In den Furchen zwischen den Schuppen ist die Hornschicht dünn, an der Oberfläche der Schuppen dicker. In einigen Fällen, z. B. bei den Geckonen u. a., sind die Schuppen ein-

fache, rundliche Warzen: Körnerschuppen. Am Kopfe mancher Reptilien, zuweilen auch an anderen Teilen des Körpers, finden sich sogenannte Schilder, d. h. große plattenförmige Schuppen, die durch regelmäßige Furchen von den benachbarten getrennt sind. Die meisten Schuppen sind aber hinten in eine Kante ausgezogen, die den vorderen Teil der folgenden dachziegelartig überdeckt: eigentliche Schuppen oder Schindelschuppen; wenn solche, wie an der Unterseite des Rumpfes bei den Schlangen, bedeutend breiter als lang sind, bezeichnet man sie als Schienen. Nicht selten sind einige Schuppen zu kürzeren oder längeren Stachelschuppen entwickelt, so bei manchen Erdleguanen, auf dem Rücken gewisser Baumleguane etc.

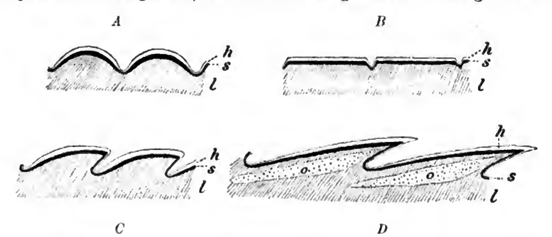


Fig. 551. Längsschnitte durch verschiedene Schuppen von Reptilien. Schemata. *A* Körnerschuppen, *B* Schilder, *C* Schindelschuppen, *D* do. mit Verknöcherungen. *h* Hornschicht, *s* Schleimschicht der Epidermis, *l* Corium, *o* Knochenplättchen. — Orig.

Manchmal finden sich Verknöcherungen im Corium; so ist z. B. in jeder Schuppe bei der Blindschleiche eine kleine knöcherne Platte vorhanden; bei den Crocodilen finden sich ähnliche, aber größere Platten im Corium, und bei den Schildkröten haben sich in der Haut sehr große Knochenplatten entwickelt, die einen Teil der Knochenkapsel bilden, die den Körper umgibt (vergl. unten bei den Schildkröten). Hautdrüsen sind bei den Reptilien nur spärlich entwickelt; es findet sich jedoch z. B. bei manchen Sauriern eine Reihe größerer Drüsen am Schenkel (ihre Oeffnungen werden als Schenkelporen bezeichnet) oder vor dem After (Analporen); auch bei den Crocodilen und manchen Schildkröten sind einzelne größere Hautdrüsen (Duftdrüsen, „Moschusdrüsen") vorhanden [1]. — Die Finger und Zehen sind im Gegensatz zu denen der Amphibien mit Krallen ausgerüstet, eigentümlichen Horngebilden, die dütenförmig das äußerste Zehenglied umgeben: sie nehmen nicht an den Häutungen teil, wachsen allmählich von innen her und werden gleichzeitig an der Oberfläche abgenutzt. Jede Kralle besteht aus einer das Zehenglied oben und seitlich bedeckenden gewölbten Krallenplatte von festerer Konsistenz und aus einer weicheren, platten Krallensohle, welche die Unterseite bedeckt. Die Grenze der Krallenplatte gegen die Krallensohle tritt gewöhnlich jederseits als eine Kante hervor. (Vergl. die Angaben über Krallen unten bei den Säugetieren).

1) Bei den Crocodilen unten nach innen von dem Unterkieferrande, bei den Schildkröten an den Stellen, wo Rücken- und Bauchschild sich vereinigen.

Das Skelet enthält beim ausgebildeten Tier nur eine geringe Menge Knorpel, besteht ganz überwiegend aus Knochengewebe. Die Chorda ist beim erwachsenen Tiere gewöhnlich ganz verschwunden; bei den Geckonen bleibt sie jedoch als ein zusammenhängender Strang durch die ganze Länge der Wirbelsäule hindurch bestehen. Die Wirbelkörper sind meistens durch Gelenke miteinander verbunden; sie sind bei den jetztlebenden Reptilien in der Regel vorn konkav, hinten konvex (procöl); bei den Crocodilen sind Faserscheiben zwischen die Wirbelkörper eingeschoben. Die Wirbelsäule sondert sich in der Regel in mehr Abschnitte als bei den Amphibien: zuerst kommt eine verschiedene Anzahl Halswirbel, rippenlos oder mit kurzen Rippen: dann eine Anzahl mit längeren Rippen versehener Brustwirbel, auf die oft einige rippenlose Lendenwirbel folgen, dann die Sacralwirbel, meistens zwei, an deren Querfortsätzen das Becken befestigt ist (seltener, besonders bei gewissen ausgestorbenen Reptilien, ist eine größere Anzahl Sacralwirbel vorhanden); endlich eine Anzahl Schwanzwirbel[1]) (ohne Rippen). Bei den Schlangen hat jedoch das Fehlen von Gliedmaßen zur Folge, daß die genannte Sonderung wegfällt; bei ihnen tragen sämtliche Hals- und Rumpfwirbel, mit Aus-

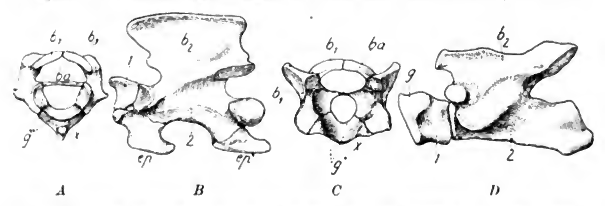


Fig. 552. *A* Atlas eines Sauriers (*Varanus*) von vorn gesehen. *B* Epistropheus desselben von der Seite. *C* Atlas einer Schildkröte (*Testudo*) von hinten. *D* Epistropheus derselben von der Seite. b_1 Atlasbogen, b_2 Epistropheus-Bogen. *ba* Band; unterhalb desselben ragt *1* hinein, oberhalb liegt das Rückenmark. *ep* unh *ep'* zwei besondere unpaare Verknöcherungen (Epiphysen) an der Unterseite des Epistropheus. *g* Gelenkfläche am Atlaskörper, *g'* entsprechende Gelenkfläche am Atlas. *g''* Gelenkfläche für den Hinterhauptsgelenkhöcker. *x* Knochenstück, welches den Atlasbogen unten vervollständigt. *1* Atlaskörper. *2* Epistropheus-Körper. — Orig.

nahme der beiden ersten, ausgebildete Rippen, keine Wirbel sind als Sacralwirbel entwickelt, und man kann daher bei dieser Gruppe nur Rumpf- und Schwanzwirbel unterscheiden. Von den Halswirbeln der Reptilien sind die beiden ersten, Atlas und Epistropheus, eigenartig ausgebildet (Fig. 552). Der Körper des ersten Wirbels ist von diesem getrennt und mit dem des zweiten Wirbels verbunden[2]), an dessen vorderem Ende er als ein Fortsatz sitzt (Zahnfortsatz des Epi-

1) Die meisten Saurier haben die Eigentümlichkeit, daß der Schwanz sehr leicht zerbricht, was darauf beruht, daß sich mitten in jedem Schwanzwirbelkörper eine unverkalkte Querscheibe findet. Nach dem Bruch regeneriert sich der Schwanz.

2) Bei den Sauriern und Schlangen sind die beiden Wirbelkörper unbeweglich verbunden; bei den Crocodilen ist die Verbindung weniger innig; bei den Schildkröten sind sie ebenso beweglich verbunden wie der zweite und dritte Wirbelkörper miteinander. — Die Beweglichkeit im Gelenk zwischen Atlas und dem Zahnfortsatz ist bei den Reptilien noch ziemlich gering.

stropheus); der vordere Wirbel besteht somit bloß aus dem Bogen, der unten durch eine Knochenplatte vervollständigt ist, so daß er ringförmig erscheint; quer durch den Ring zieht sich ein bindegewebiges Band, das die Oeffnung in zwei Etagen teilt; durch die obere geht das Rückenmark, in die untere ragt der Zahnfortsatz hinein. — Am Schwanz sind die unteren Bogen bei Sauriern und Crocodilen von den Wirbelkörpern als besondere, gabelige Knochen, die V-förmigen Knochen, abgetrennt.

Die Rippen der Brustwirbel zerfallen in je einen oberen, knöchernen und einen unteren, oft knorpeligen Abschnitt (welch letzterer zuweilen, z. B. bei den Crocodilen, wieder in zwei Stücke geteilt ist); von dem oberen Abschnitt entspringt bei einigen, namentlich bei den Crocodilen, ein plattenförmiger, nach hinten gerichteter Fortsatz (*Processus uncinatus*). Von den Brustrippen heften die vorderen (wahre Rippen) sich bei den Sauriern und Crocodilen (und manchen ausgestorbenen Reptilien) an das Brustbein, die hinteren (falsche Rippen) enden frei; da bei den Schildkröten und Schlangen ein Brustbein fehlt, kommt hier ein solcher Unterschied nicht zum Vorschein. Bei den Schildkröten sind die Rippen unbeweglich und zu aneinander stoßenden Platten verbreitert, die einen ansehnlichen Teil der den Rumpf umgebenden Knochenkapsel bilden. Bei den Crocodilen finden sich an allen Halswirbeln kleine (unbewegliche) Rippen, die sich größtenteils ebenso wie die Brustrippen mit je zwei Aesten an den Wirbeln anheften; auch bei den Sauriern können ähnliche vorhanden sein (jedoch nicht am Atlas). Die hinteren Halsrippen werden sukzessive länger und beweglich, so daß ein allmählicher Uebergang von Hals- zu Brustwirbeln besteht [1]). Bei den Schildkröten fehlen Halsrippen; über die der Schlangen vergl. oben. — Das Sternum, das bei Schildkröten und Schlangen fehlt, ist bei den Sauriern (Fig. 559) eine kurze rhombische Platte aus verkalktem Knorpel; bei den Crocodilen (Fig. 560), deren Sternum ebenfalls knorpelig ist, besteht es aus zwei Teilen: einem vorderen (*st*), das dem Sternum der Saurier ähnlich ist, und einem hinteren (*st'*), schmäleren, mit jenem beweglich verbundenen Teil, an den sich die Mehrzahl der wahren Rippen heften [2]). Mit dem Brustbein ist vorn ein platter, länglicher Deckknochen verbunden, das Episternum, welches das Brustbein teilweise von unten her bedeckt und an seinem vorderen Ende bei den Sauriern in zwei Fortsätze, einen nach jeder Seite, ausgezogen ist. Ueber das Episternum der Schildkröten vergl. S. 578.

Der Schädel, der größtenteils aus Knochen besteht, ist (die Schlangen ausgenommen) zwischen den Augenhöhlen zu einer senkrechten, knorpeligen oder sogar teilweise bloß aus fibrösem Bindegewebe gebildeten Platte (der Interorbitalplatte) zusammengedrückt; in dem hinter dieser Platte liegenden Abschnitt des Schädels hat das Gehirn seinen Sitz, in dem Abschnitt vor derselben die Geruchsorgane. Es findet sich nur ein Gelenkhöcker zur Verbindung mit der Wirbelsäule, unterhalb des Hinterhauptsloches. Bei einer Gruppe ausgestorbener Reptilien, den Cotylosauriern (siehe S. 580), ist dasselbe

1) In der Bauchwand findet sich bei den Crocodilen eine Anzahl schmaler Hautknochen, die sog. Bauchrippen, die nicht mit wirklichen Rippen zu verwechseln sind; sie stehen in keiner Verbindung mit den Wirbeln und bestehen nicht wie die Rippen anfänglich aus Knorpel, sondern entwickeln sich im Bindegewebe.

2) Auch gewisse Saurier (z. B. die Chamäleonen) haben ein ähnliches aus zwei Stücken zusammengesetztes Brustbein.

vollständige Schläfendach wie bei den Stegocephalen vorhanden, und bei gewissen Schildkröten der Jetztzeit kann es fast ebenso ausgebildet sein. Bei den meisten Reptilien haben sich aber große Fenster in demselben gebildet, eins oder zwei, und das Schläfendach wird somit zu einem System von Knochenbogen umgebildet: sind zwei Fenster vorhanden, haben wir vor diesen (hinter dem Auge) einen Bogen, hinter ihnen einen anderen, zwischen ihnen einen dritten und unter dem unteren Fenster einen vierten; die beiden letzteren, die als oberer und unterer Schläfenbogen bezeichnet werden, sind horizontal. Derart ist es bei den Crocodilen und bei Sphenodon; bei den Sauriern ähnlich, aber der untere Schläfenbogen ist bei diesen verloren gegangen.

Fig. 553.

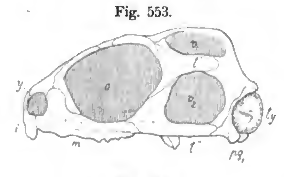


Fig. 554.

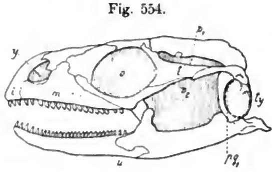


Fig. 553. Schädel (ohne Unterkiefer) von Sphenodon von der Seite gesehen; die großen Oeffnungen alle gefüllt. Trommelfell eingezeichnet.

Fig. 554. Dasselbe (mit Unterkiefer) von einem Saurier.

i Zwischenkieferbein, *m* Oberkieferbein, *o* Augenhöhle, *pq* Quadratbein, *t'* oberer, *t''* unterer Schläfenbogen, *ty* Trommelfell, *u* Unterkiefer, r_1 oberes, r_2 unteres Fenster des Schläfendaches, *y* äußeres Nasenloch. — Beide Figg. Orig.

Die Zwischen-[1]) und Oberkieferbeine sind gewöhnlich fest mit dem Schädel verbunden; ferner schließen sich an ihn die an der Stelle des Gaumenknorpels (*Palatoquadratum*) gebildeten Knochen an, nämlich zuhinterst das wohlentwickelte, die Gelenkfläche für den Unterkiefer tragende Quadratbein, davor das Flügelbein und vor diesem das Gaumenbein; die beiden letzteren Knochen erstrecken sich als eine Knochenbrücke vom Quadratbein nach vorn. Bemerkenswert ist die außerordentliche Beweglichkeit, welche die Gaumen-Flügel-Quadratbein-Partie und der mit dieser verbundene Oberkiefer bei den Schlangen besitzt; das Quadratbein (aber nicht die anderen) ist auch bei den meisten Sauriern etwas beweglich, ganz unbeweglich bei den Crocodilen und Schildkröten. Der Unterkiefer besteht jederseits aus mehreren Knochen, von denen der vorderste zuweilen mit dem entsprechenden der anderen Seite vorn verwächst (Schildkröten); im Unterkiefer findet sich von den Knochen umschlossen der Meckelsche Knorpel als ein dünner Knorpelstrang. Das Zungenbein, d. h. das Visceralskelet mit Ausnahme des 1. Visceralbogens, besteht aus einem unpaaren Teil, dem Körper (den Copulae der Fische entsprechend), und einer verschiedenen Anzahl von Visceralbogen („Zungenbeinhörnern"). Bei den Schildkröten ist der Zungenbeinbogen und der 1. und 2. Kiemenbogen vorhanden, der Zungenbeinbogen ganz kurz, die beiden Kiemenbogen wohlentwickelt. Bei den Sauriern ist meist nur der Zungenbeinbogen

1) Bei den Schlangen und manchen Sauriern sind beide Zwischenkiefer zu einem verschmolzen.

Fig. 555. Fig. 556.

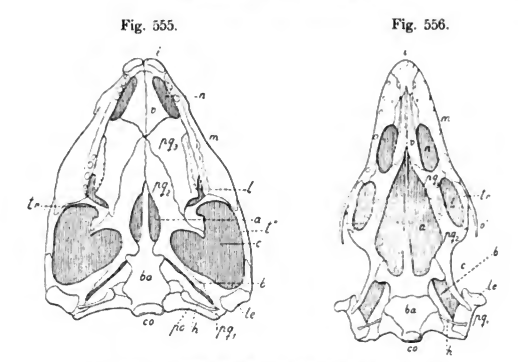


Fig. 555. Unterseite des Schädels von **Sphenodon**.
Fig. 556. Dasselbe von einem **Saurier**.
a und *b* Oeffnungen zwischen den Palatoquadratum (pq_{1-3}) und dem Schädel, *ba* Unterseite des eigentlichen Schädels, *c* untere Oeffnung der Schläfenhöhlung, *co* Hinterhauptsgelenkhöcker, *h* Hörknochen, *i* Zwischenkieferbein, *l* Oeffnung zwischen Palatoquadratum und Oberkieferknochen (nicht bei den Amphibien vorhanden, siehe Fig. 530), *le* Kiefergelenk, *m* Oberkieferbein, *n* inneres Nasenloch, *o'* knöcherner Hinterrand der Augenhöhle (Teil des Schläfendaches), *po* Paroccipitale (siehe S. 538), pq_1 Quadratbein, pq_2 Flügelbein, pq_3 Gaumenbein, *t''* unterer Schläfenbogen (Rand des Schläfendaches), *tv* Transversum, *v* Vomer. — Orig.

und der 1. Kiemenbogen [1]), beide wohlentwickelt, vorhanden; der Zungenbeinbogen ist oft an den Schädel geheftet. Bei den Crocodilen und Schlangen ist überhaupt nur ein Bogenpaar entwickelt.

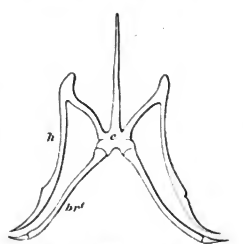


Fig. 557. **Zungenbein** eines **Sauriers**. *c* Körper (Copula), *h* Zungenbeinbogen, *br*¹ erster Kiemenbogen. — Nach Walter.

Die wichtigsten Knochen des Reptilienschädels außer den schon genannten sind folgende: Die **Hinterhauptsbeine**, nämlich je ein unpaares oberes und unteres und zwei seitliche; sie umgeben das Hinterhauptsloch. Das **Felsenbein**, vor dem seitlichen Hinterhauptsbein. Das **Schuppenbein** (*Squamosum*), in der Nähe der genannten, ragt bei den Schlangen stark hervor; es verbindet sich mit dem Quadratbein. Das hintere **Keilbein** (*Basisphenoid*), vor dem unteren Hinterhauptsbein, ebenso wie dieses eine Verknöcherung in der unteren Wand des Schädels. Das *Parasphenoid* verschmilzt sehr früh mit dem Basisphenoid und erscheint somit nicht als selbständiger Knochen wie bei den Fischen und

1) Bei einigen Sauriern läßt sich noch ein dem 2. Kiemenbogen entsprechendes Hörnerpaar nachweisen.

Amphibien. Die vordere Wand der Schädelhöhle ist oft unverknöchert, häutig, zuweilen mit einzelnen Verknöcherungen. Oben findet sich eine Anzahl Knochen: die Scheitelbeine, die bei den meisten (Schlangen, Sauriern, Crocodilen) zu einem unpaarigen Knochen verschmolzen sind; die Stirnbeine, bei Crocodilen und manchen Sauriern ein unpaariger Knochen; die *Postfrontalia* am Hinterrand der Augenhöhle; die *Praefrontalia* am Vorderrand derselben; die Tränenbeine (*Lacrymalia*) unterhalb der letzteren (nur bei den Sauriern und Crocodilen vorhanden); die Nasenbeine hinter den äußeren Nasenlöchern. Unterhalb der Augenhöhle, hinter den Oberkieferbeinen, liegt gewöhnlich ein Jochbein (*Jugale*), und von diesem zum Quadratbein erstreckt sich das *Quadratojugale*, der untere Rand des Schläfendaches. An der Unterseite findet sich vor den Gaumenbeinen ein paariger oder unpaariger Vomer. Vom Flügelbein zum Oberkiefer geht bei Crocodilen, Sauriern und Schlangen ein den Reptilien eigentümlicher Knochen, das *Transversum*. Bei manchen Sauriern findet sich noch ein anderer eigentümlicher Knochen, die *Columella cranii* (oder *Columellare*), die ungefähr senkrecht vom Scheitelbeine zum Flügelbeine geht.

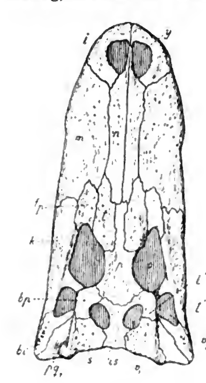


Fig. 558. Schädel eines Crocodils, von oben gesehen. Die großen Oeffnungen ausgefüllt. *bi* Quadratojugale, *bp* Postfrontale, *fp* Tränenbein, *i* Zwischenkieferbein, *is* Scheitelbein, *k* Jochbein, *m* Oberkieferbein, *n* Nasenbein, *o* Augenhöhle, *p* Stirnbein, pq_1 Quadratbein, *s* Schuppenbein, *t* Praefrontale, *t'* oberer, *t''* unterer Schläfenbogen, v_1 oberes, r_2 unteres Fenster des Schläfendaches, *y* äußeres Nasenloch. — Orig.

Der Schultergürtel der Reptilien schließt sich eng an den der Amphibien an. Bei den Sauriern ist er jederseits durch eine etwas

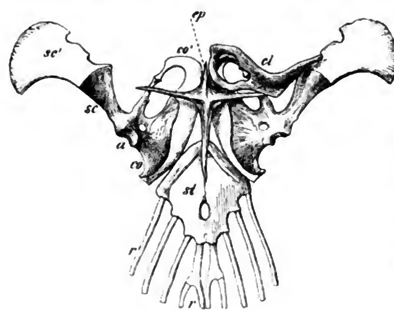


Fig. 559. Brustbein und Schultergürtel einer Eidechse (*Lacerta*) ausgebreitet (das Schulterblatt biegt sich in Wirklichkeit stark aufwärts). Das rechte Schlüsselbein ist weggenommen. *a* Gelenkpfanne für den Humerus, *cl* Schlüsselbein (bei der abgebildeten Art von einem großen Loch durchbrochen), *co* Coracoid, *co'* knorpeliger Teil desselben, *ep* Episternum, *r* Rippen (abgeschnitten), *sc* Schulterblatt (hier mit dem Coracoid verwachsen). *sc'* Suprascapulare, *st* Brustbein. — Orig.

gebogene, teilweise verknöcherte Platte repräsentiert, die unten in den Vorderrand des Brustbeins eingefalzt ist. Man unterscheidet ein Schulterblatt (*Scapula*) oberhalb der Gelenkpfanne für den Humerus und ein Coracoid unterhalb dieser; letzteres, dessen unterer Rand knorpelig ist, ist in der Regel von einem oder zwei großen Fenstern durchbohrt. Von dem Schulterblatt ist ein ziemlich großer oberer Abschnitt verkalkter Knorpel (*Suprascapulare*). Ein Schlüsselbein (*Clavicula*) geht vom Schulterblatt zum Episternum. Bei den Crocodilen (Fig. 560) ist das Schulterblatt zum größten Teil verknöchert (nur der obere Rand knorpelig), und das Coracoid ist ein einfacher Knochen; das Schlüsselbein fehlt. Bei den Schildkröten ist das Coracoid wie bei den Sauriern in ein vorderes und ein hinteres Stück

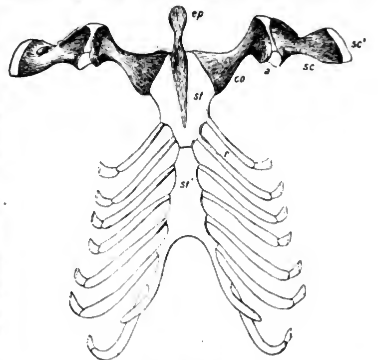


Fig. 560. Brustbein und Schultergürtel vom Crocodil (Schultergürtel ausgebreitet). *a* Gelenkpfanne für den Humerus, *co* Coracoid, *ep* Episternum, *sc* Schulterblatt, *sc'* Suprascapulare, *st* vorderer, *st'* hinterer Teil des Brustbeins. Knorpelige Partien weiß gehalten — Orig.

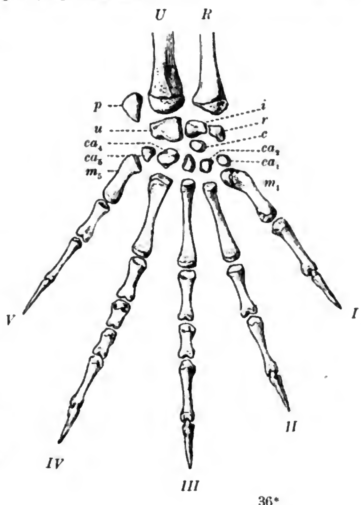


Fig. 561. Handskelet eines Varans, die Knochen sind etwas auseinandergerückt. *c* Centrale; ca_1, ca_2, ca_4, ca_5 Carpale Nr. 1 etc. (zwischen ca_2 und ca_4 liegt Carpale Nr. 3); *i* Intermedium, m_1 erster, m_5 fünfter Mittelhandknochen, *p* Pisiforme, *r* Radiale, *R* Radius (abgeschnitten), *u* Ulnare, *U* Ulna (abgeschnitten). *I* bis *V* erster bis fünfter Finger. — Orig.

geteilt, die hier ganz voneinander getrennt sind; jenes, das vordere Coracoid, ist mit dem Schulterblatt, mit dem es unter einem rechten Winkel zusammentrifft, verwachsen, letzteres (hinteres Coracoid) ist ein selbständiger Knochen. (Ueber das Schlüsselbein der Schildkröten vergl. S. 578). Bei den Schlangen fehlt der Schultergürtel ganz. — Die Ulna ist der kräftigere von den beiden Unterarmknochen. Bei manchen Schildkröten und Sauriern sind in der Handwurzel (Fig. 561) die neun ursprünglichen Knochen vorhanden; bei den Crocodilen ist sie dagegen ziemlich stark verändert (zwei Knochen der proximalen Reihe sehr groß, andere dagegen verschmolzen und rückgebildet). An die Handwurzel schließt sich häufig an der Außenseite ein Sesamknochen, das Erbsenbein (*Pisiforme*). Die Anzahl der Finger ist in der Regel 5, kann aber eine geringere sein. Die Anzahl der Fingerglieder ist bei den meisten Sauriern folgende: 2 im Daumen, 3 im zweiten, 4 im dritten, 5 im vierten, 3 im fünften Finger (der vierte Finger ist der längste); bei den Crocodilen ist es ähnlich (der vierte und fünfte Finger sind jedoch krallenlos und etwas rückgebildet). Bei den Schildkröten (und gewissen fossilen Formen) ist die Anzahl der Fingerglieder dagegen wie bei den Säugetieren: 2, 3, 3, 3, 3.

Das Becken (Fig. 562) ist jederseits aus 3 Knochen zusammengesetzt, indem im unteren Abschnitt des Beckengürtels stets zwei Verknöcherungen auftreten: Schambein (*Pubis*) und Sitzbein (*Ischium*), gewöhnlich durch eine große Oeffnung getrennt; beide ver-

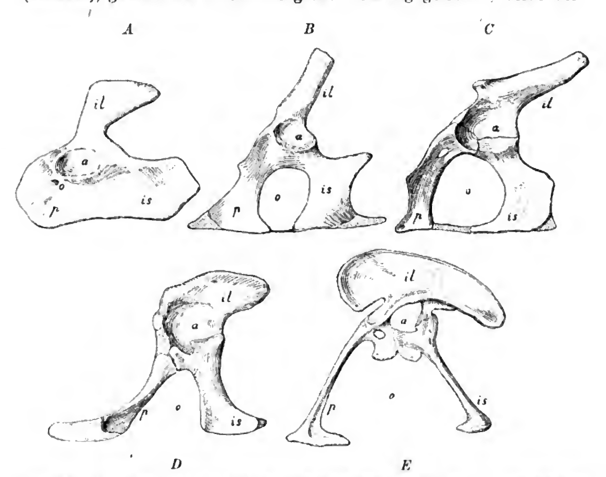


Fig. 562. Becken (linke Hälfte) von verschiedenen Reptilien. *A* Cotylosaurier (S. 580), *B* Sphenodon, *C* Saurier, *D* Crocodil. *E* Dinosaurier. *a* Gelenkpfanne (in *E* durchbrochen), *il* Hüftbein, *is* Sitzbein, *o* Loch zwischen Scham- und Sitzbein (klein in *A*, sehr groß in *E*), *p* Schambein. Knorpel punktiert.

binden sich unten in der Mittellinie mit denen der anderen Seite. Das Darmbein (*Ilium*) und die beiden genannten Knochen bilden gewöhnlich je einen Teil der Gelenkpfanne für das Femur[1]). Bei den Schlangen fehlt in der Regel ein Becken ganz, selten sind Rudimente davon vorhanden (bei den mit rudimentären Hinterbeinen versehenen Riesenschlangen). — In der Fußwurzel sind immer einige Knochen miteinander verschmolzen; wichtig ist es, daß die obere Reihe der Fußwurzelknochen (mit der auch das Centrale vereinigt ist) in der Regel eng mit dem unteren Ende des Unterschenkels verbunden ist und die Bewegung in der Fußwurzel wesentlich zwischen der oberen und der unteren Reihe von Fußwurzelknochen stattfindet, während nur eine geringe oder gar keine Beweglichkeit zwischen dem Unterschenkel und der oberen Reihe besteht (vergl. die Vögel einerseits, die Säugetiere andererseits). Es sind gewöhnlich 5 Zehen vorhanden, die Anzahl der Glieder ist bei den Sauriern gewöhnlich 2, 3, 4, 5, 4; bei den Schildkröten 2, 3, 3, 3, 3.

Das Gehirn (vergl. Fig. 448, S. 449) ist bei den Reptilien gewöhnlich ziemlich klein. Das Vorderhirn ist in die gewöhnlichen Hemisphären geteilt, die bei den Crocodilen stark entwickelt, hinten ziemlich breit sind, während sie bei den anderen schmäler sind. Das Pallium ist oft ziemlich dünn, im Gegensatz zu den Fischen[2]) und Amphibien[2]) aber mit einer Rindenlage von grauer Substanz versehen. Das Hinterhirn ist nur ein schmaler Saum bei Sauriern und Schlangen, etwas stärker bei den Schildkröten, ziemlich groß bei den Crocodilen.

Die Geruchsorgane, die Nasenhöhlen, nehmen das vordere Ende des Kopfes ein und sind durch die Nasenscheidewand voneinander getrennt. Jede Nasenhöhle ist ein ziemlich geräumiger Hohlraum, der gewöhnlich mit einer großen vorspringenden Falte, der Nasenmuschel, versehen ist; die inneren Nasenlöcher liegen weit vorn in der Mundhöhle. Bei den Crocodilen setzen sich aber die Nasenhöhlen hinten mit zwei langen Röhren fort, die nach unten von Teilen des Oberkiefer-, Gaumen- und Flügelbeins begrenzt sind, und die inneren Nasenlöcher liegen hier weit hinten in der Mundhöhle (Fig. 565).

Das Auge. In der gewöhnlich teilweise knorpeligen Sclera findet sich bei Sauriern und Schildkröten (nicht aber bei Schlangen und Crocodilen) vorn, an der Grenze der Hornhaut, ein Kranz von dünnen Knochenplättchen (Scleroticalring). An der Eintrittsstelle des Sehnerven entspringt bei den Sauriern von der inneren Wand des Augapfels ein frei in den Glaskörper hineinragender pigmentierter Fortsatz, dem Kamm (*Pecten*) der Vögel entsprechend; bei den übrigen fehlt er oder ist rudimentär. — Es ist ein oberes und ein unteres Augenlid vorhanden, von denen jenes nur wenig beweglich ist, während das untere (ähnlich wie bei den Amphibien) vor das Auge hinaufgeschoben werden kann. Das untere Augenlid ist in der Mitte oft etwas durchscheinend (z. B. bei den gewöhnlichen Eidechsen), bei gewissen anderen Sauriern sogar ganz durchsichtig. Bei den Geckonen und einzelnen anderen Sauriern und bei den Schlangen ist es nicht nur durchsichtig, sondern dauernd vor das Auge hinaufgezogen und mit seinem oberen Rand an dem oberen Augenlid festgewachsen,

1) Bei den Crocodilen ist jedoch das Schambein aus der Gelenkpfanne herausgerückt, letztere wird hier also nur von dem Darmbein und dem Sitzbein gebildet.
2) Bei den Lungenfischen ist jedoch bereits eine deutliche Rindenlage vorhanden, welche auch bei den Amphibien angedeutet ist.

so daß bei diesen Tieren ein geschlossener Raum vor dem Auge liegt; scheinbar können diese Tiere das Auge nicht „schließen“, indem das durchsichtige Augenlid (sog. Brille) eine Hornhaut vortäuscht, tatsächlich ist das Auge stets geschlossen. Eine Nickhaut ist ge-

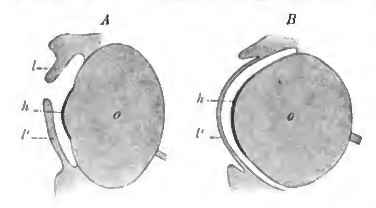


Fig. 563. *A* senkrechter Durchschnitt des Auges und der Augenlider eines gewöhnlichen Sauriers, *B* do. einer Schlange; beide schematisiert. *h* Hornhaut, *l* oberes, *l'* unteres Augenlid, *o* Augapfel (im Umriß). — Orig.

wöhnlich vorhanden. Ebenso finden sich sowohl Tränendrüse als Hardersche Drüse und ein Tränenkanal. — Ueber das Scheitelauge vergl. S. 458—59.

Gehörorgan. Die Lagena steht bei den meisten Reptilien auf einer ähnlichen niederen Stufe wie bei Fischen und Amphibien, indem sie nur eine wenig hervortretende Ausstülpung darstellt; bei den Crocodilen erreicht sie aber eine weit bedeutendere Entwicklung als ein recht ansehnlicher am Ende geschlossener Schlauch. An demjenigen Teil der äußeren Wand des Schädels, der nach außen von der Lagena liegt, ist bei den Reptilien eine mit Bindegewebe ausgefüllte Oeffnung vorhanden, das runde Fenster (*Fenestra rotunda*); nach außen von dem Vorhofe findet sich ebenso wie bei den Amphibien ein ovales Fenster, das durch die Platte des Hörknöchelchens geschlossen ist. — Gewöhnlich findet sich eine Paukenhöhle, die gegen die Oberfläche durch ein Trommelfell [1]) abgeschlossen ist; letzteres liegt bei den Schildkröten noch ebenso wie bei den Amphibien im Niveau der äußeren Haut, während es bei den Sauriern mehr oder weniger eingesenkt liegt; ähnlich auch bei den Crocodilen, bei denen es von einer großen Hautfalte überdeckt ist. Der Rand des Trommelfelles ist stets teilweise an das Quadratum geheftet (Fig. 553—54). Die Paukenhöhle steht bei den Sauriern meist, ähnlich wie bei den Amphibien, in weit offener Verbindung mit der Mundhöhle; dagegen ist sie bei Schildkröten durch einen engeren Kanal, die Ohrtrompete (*Tuba Eustachii*), mit dieser verbunden [2]). Bei den Schlangen und einzelnen Sauriern fehlen Paukenhöhle und Trommelfell ganz. Ein Gehörknochen ist stets vorhanden; er schließt mit seiner Platte das ovale Fenster und heftet sich, wenn ein Trommelfell vorhanden ist, mit dem anderen Ende an letzteres an.

1) Bei den Chamäleonen ist eine Paukenhöhle vorhanden, die aber nach außen durch eine der übrigen Haut ganz ähnliche Hautpartie geschlossen ist (ein besonders ausgebildetes Trommelfell fehlt).

2) Bei den Crocodilen, von deren Paukenhöhlen sich ähnlich wie bei den Vögeln Lufthöhlen in die Schädelwand erstrecken, stehen die Paukenhöhlen durch je drei Ohrtrompeten mit der Mundhöhle in Verbindung; die zwei vereinigen sich mit den entsprechenden der anderen Seite zu einem einzigen unpaaren Kanal; die dritte mündet unabhängig, so daß also für beide Paukenhöhlen zusammen drei Oeffnungen vorhanden sind, die übrigens alle in einer gemeinsamen kleinen Grube hinter den inneren Nasenlöchern liegen.

Zähne finden sich bei den meisten Reptilien an den Zwischen- und Oberkieferbeinen und am Unterkiefer, bei den Schlangen (deren kleiner Zwischenkiefer gewöhnlich zahnlos ist) und den Sauriern außerdem oft an den Gaumen- und Flügelbeinen, während den Schildkröten Zähne ganz abgehen. Die Zähne sind in der Regel durch Knochenmasse an den Knochen befestigt; nur bei den Crocodilen sitzen sie in die Knochen eingekeilt, in Zahnhöhlen. Neue Zähne werden meist das ganze Leben hindurch zum Ersatz der älteren gebildet; letztere fallen aus, indem die Knochenmasse, die dieselben mit den Knochen verbindet, mit den unteren Teilen des Zahnes zusammen aufgelöst (resorbiert) wird (Fig. 457). Die Zähne haben gewöhnlich eine einfache Form; meistens sind sie kegelförmig, zuweilen ist das distale Ende zusammengedrückt und gezackt, oder es sind die Zähne höckerförmig etc. Gewöhnlich sind alle Zähne eines Tieres wesentlich gleich gebildet. (Ueber den Giftzahn der Schlangen vergl. S. 574—75 und Fig. 568). — Die hinten angeheftete, vorn freie Zunge ist sehr verschieden beschaffen; bei den Crocodilen und Schildkröten ist sie nur wenig beweglich, mit einer kurzen Spitze versehen und nicht aus dem Munde vorstreckbar, während sie bei den Sauriern meist eine längere, bisweilen sehr lange und gespaltene freie Spitze besitzt; auch bei den Schlangen ist die Zunge lang, schmal und gespalten, und kann weit aus dem Munde vorgestreckt werden. Bei den Schlangen und einem Teil der Saurier kann die Zunge in eine Scheide im Boden der Mundhöhle zurückgezogen werden. (Ueber die eigentümliche Zunge der Chamäleonen vergl. S. 573.). — Die Speiseröhre, die eine ansehnliche Länge besitzt, ist stets sehr erweiterungsfähig. Der Magen der Crocodile ist sehr muskulös, jederseits mit einer Sehnenscheibe versehen, an welche die Muskelzellen sich anheften; er erinnert an den Muskelmagen der Vögel. Der Dünndarm ist von verschiedener Länge, der Enddarm kurz.

Bei den Schildkröten findet man die Eigentümlichkeit, daß der After eine Strecke weit auf den Schwanz hinaus gerückt ist, was wahrscheinlich mit dem Vorhandensein des Schildes zusammenhängt.

Atmungsorgane. Die Luftröhre der Reptilien ist verlängert und ihre Wand von zahlreichen Knorpelringen gestützt. Der vorderste Teil, der Kehlkopf, ist mit besonderen Knorpelstücken versehen, und bei einigen Sauriern (Geckonen, Chamäleonen) sowie bei den Crocodilien besitzt er ein Paar Stimmbänder, bei den übrigen nicht. Der Eingang aus der Mundhöhle in den Kehlkopf ist eine Längsspalte hinter der Zunge. Am hinteren Ende teilt sich die Luftröhre in zwei kürzere oder längere Stammäste (*Bronchi*)[1], einen für jede Lunge. — Die Lungen treten in recht verschiedenen, voneinander aber ableitbaren Formen auf. In der einfachsten Gestalt finden wir die Lunge bei manchen Sauriern, z. B. den gewöhnlichen Eidechsen (*Lacerta*); sie ist hier, ähnlich wie bei den Anuren, ein geräumiger Sack mit zahlreichen, ganz kurzen (stets eng verbundenen) Ausstülpungen; letztere sind wieder mit noch kleineren besetzt; es findet sich in der Lunge ein großer Hohlraum, von dem die Ausstülpungen ausgehen. Eine ähnliche Lungenform

1) Zuweilen (Schlangen, einige Saurier) fehlen die Bronchi, und beide Lungen münden direkt in das hintere Ende der Luftröhre.

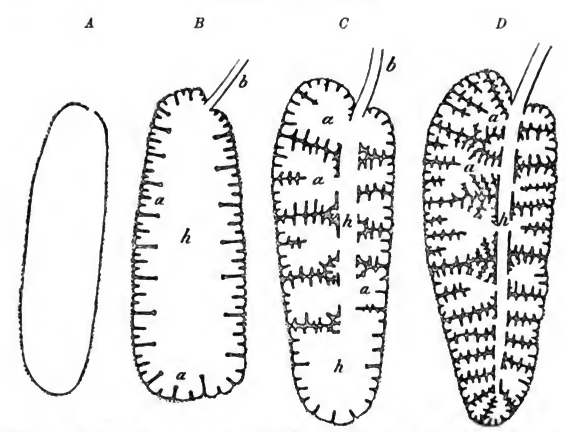


Fig. 564. Schemata verschiedener Lungen. *A* Urodel, *B* Frosch oder Saurier, *C—D* Schildkröten. *b* Bronchus, *h* zentraler Hohlraum der Lunge, *a* Ausstülpung der Lunge. Bindegewebe punktiert. — Orig.

findet man auch bei den Schlangen. Bei manchen Schildkröten (*Emys* u. a.) verhält sich der hinterste Teil der Lunge ähnlich wie bei jenen Sauriern; der vordere, größere Teil ist aber zu einer engen Röhre geworden, mit einer Anzahl von zum Teil sehr großen und tiefen Ausstülpungen, die wieder mit kleineren versehen sind; alle werden durch Bindegewebe zusammengehalten. Bei den Seeschildkröten (*Chelone*) ist auch der hintere Teil der Lunge enger geworden und mit tiefen Ausstülpungen versehen und die Zahl dieser überhaupt sehr vermehrt. Aehnlich wie die Schildkröten verhalten sich auch die Crocodile [1]). — Von spezielleren Verhältnissen führen wir an, daß die Lungen mancher langgestreckten, gliedmaßenlosen Saurier (z. B. der Blindschleiche) von ungleicher Länge sind, die rechte ist die längste. Auch bei den Schlangen ist die rechte Lunge die größte, in der Regel ist bei ihnen sogar die linke Lunge rudimentär oder fehlt ganz. Die Schlangen zeigen ferner die Eigentümlichkeit, daß die Lunge, die in ihrer vorderen Partie der einfachen Saurierlunge ähnlich ist, hinten ein glatter Sack ohne Falten ist, der sogar sein Blut nicht wie die übrige Lunge von der Lungenarterie, sondern von einer der Körperarterien empfängt; dieser Teil der Lunge ist offenbar für die Respiration ohne Bedeutung. Bei den Chamäleonen (und einigen andern Sauriern) gehen von der Lunge fingerförmige, dünn-

1) Eine ähnliche Ausbildung wie die der Schildkröten und Crocodile hat auch die Lunge gewisser Saurier, z. B. der Varane. Bei anderen Sauriern (z. B. gewissen Leguanen) ist jede Lunge in zwei große (aber ungleich große) Säcke geteilt, die äußerlich verbunden sind und mit gemeinsamer Oeffnung in den Bronchus münden; jeder dieser Säcke hat denselben Bau wie die Eidechsenlunge.

wandige Säcke aus, die sich zwischen die Eingeweide hinein erstrecken und die das Tier mit Luft füllen kann, wodurch der Umfang des Körpers bedeutend vergrößert wird (es bläht sich auf). — Die Einatmung, die Luftaufnahme, findet bei der Mehrzahl in der Weise statt, daß die Leibeshöhle durch gewisse Bewegungen der Rippen erweitert wird, wodurch die Luft in den elastischen Lungen verdünnt wird und Luft von außen durch die Nasenlöcher einströmt; die Ausatmung geschieht durch entgegengesetzte Bewegungen der Rippen. Auch ähnliche Schluckbewegungen wie bei den Amphibien (vergl. S. 545) sind für die Einatmung von Bedeutung. Bei den Schildkröten, deren Rippen unbeweglich sind, geschieht die Einatmung durch Bewegungen des Schultergürtels und des Beckens, wodurch die Leibeshöhle erweitert wird; die Ausatmung geschieht besonders durch Zusammenziehung gewisser die Leibeshöhle hinten umgebender Muskeln.

Bei den Crocodilen münden die inneren Nasenlöcher, wie vorhin erwähnt, weit hinten in die Mundhöhle. Am hintersten Teil der Zunge (Fig. 565) findet sich eine hervorragende, steife Querfalte, die, wenn der

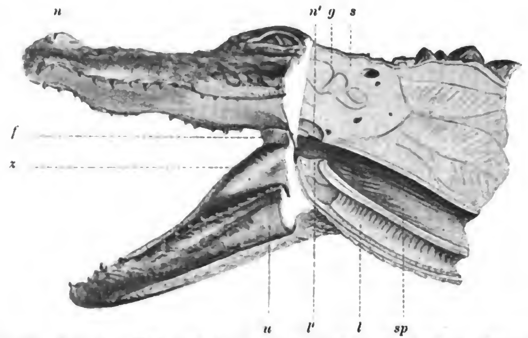


Fig. 565. Kopf und Hals eines **Alligators**; hinterer Teil längs durchschnitten. *f* Querfalte hinten an der Zunge, *g* Gehirn (nur angedeutet), *l* Luftröhre (längs durchschnitten), *l'* deren Oeffnung, *n* linkes äußeres Nasenloch, *n'* linkes inneres Nasenloch (der hinterste Teil des linken Nasenganges ist durch den Schnitt geöffnet), *s* Schädel, *sp* Speiseröhre (geöffnet), *u* Unterkiefer, *z* Zunge. — Orig.

Mund geöffnet ist, sich gegen den Gaumen legt und den hintersten Teil der Mundhöhle, in den die inneren Nasenlöcher oben, die Luftröhre unten einmündet, ganz absperrt. Infolge dieser Einrichtung kann das Tier mit geöffnetem Mund (auf Beute lauernd) im Wasser liegen und, wenn nur die Schnauzenspitze mit den äußeren Nasenlöchern oberhalb des Wassers ist, ruhig atmen.

Die Entwicklung eines Halses hat zur Folge, daß das Herz bei den Reptilien weiter vom Kopf entfernt ist als bei den Fischen und Amphibien. Der Vorhof ist in eine größere rechte und eine kleinere linke Abteilung geteilt, von denen letztere das Blut aus den Lungen

aufnimmt, während die rechte das Blut aus dem übrigen Körper empfängt. Die Herzkammer zeigt gewöhnlich nur einen Anfang zu einer Teilung in zwei, indem eine unvollkommene Scheidewand ausgebildet ist; nur bei den Crocodilen ist eine rechte und eine linke Herzkammer vorhanden, die vollständig voneinander getrennt sind und mit dem rechten, resp. dem linken Vorhof in Verbindung stehen, so daß das arterielle Lungenblut und das venöse Blut aus den Körpervenen innerhalb des Herzens ganz getrennt sind. Der Conus art. ist entweder rudimentär oder fehlt ganz, so daß der Arterienstamm direkt von der Kammer entspringt. Es sind dieselben drei Paar Arterienbogen, Nr. 1, 2 und 4, wie bei den Anuren vorhanden; von diesen setzt sich das erste Paar in die Kopfarterien (Carotiden) fort, die des zweiten Paares, die Aortenbogen, vereinigen sich und bilden die Aorta, das letzte Paar setzt sich in die Lungenarterien fort. Der Arterienstamm, von dem die Bogen abgehen, ist nicht einheitlich (wie es bei den Fischen und teilweise bei den Amphibien der Fall ist), sondern in drei Röhren geteilt, von denen eine sich in die Kopfarterien und in den rechten

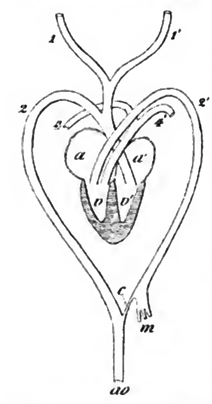


Fig. 566. Schema des Herzens und der Arterienbogen bei einem Crocodil. *a* rechter, *a'* linker Vorhof, *v* und *v'* rechte und linke Herzkammer, *1*, *1'* die Carotiden (Arterienbogen Nr. 1); *2*, *2'* rechter und linker Aortenbogen (Arterienbogen Nr. 2); *c* der dünne Teil von *2'*, nachdem dieser die Gefäße *m* zum Darmkanal abgegeben hat; *4*, *4'* Lungenarterien (Arterienbogen Nr. 4); *ao* Aorta. — Orig.

Aortenbogen fortsetzt, eine andere in den linken Aortenbogen, die dritte in die Lungenarterien; am Ursprunge einer jeden von ihnen aus der Herzkammer findet sich ein Kranz von Klappen. Die erstgenannte Röhre entspringt bei den Crocodilen von der linken Kammer, führt also arterielles Blut, während die beiden anderen von der rechten Kammer entspringen, also venöses Blut führen. Die Folge dieser Anordnung ist, daß der Kopf bei den Crocodilen mit rein arteriellem Blut versorgt wird, während die Aorta gemischtes Blut führt, indem sie durch eine Vereinigung der beiden Aortenbogen gebildet wird, von denen der eine arterielles, der zweite venöses Blut enthält.

Der größere Teil des venösen Blutes im linken Aortenbogen bei den Crocodilen geht übrigens an den Darmkanal durch ein Gefäß (*m*), das der Bogen abgibt, ehe er sich mit dem rechten Aortenbogen vereinigt, so daß das Blut in der Aorta überwiegend arteriell ist[1]). — Bei den übrigen Reptilien, bei denen die Scheidewand der Herzkammer ganz unvollständig ist, findet eine Mischung des Blutes schon im Herzen selbst statt; bei ihnen ist aber andererseits durch verschiedene Verhältnisse dafür gesorgt, daß die Mischung dennoch nicht so bedeutend wird,

1) Es findet sich bei den Crocodilen eine Oeffnung in der Scheidewand zwischen den beiden Gefäßstämmen, die sich in den rechten Aortenbogen (+ Kopfarterien) resp. in den linken Aortenbogen fortsetzen; eine Mischung des Blutes findet jedoch an dieser Stelle nur in sehr beschränktem Umfange statt.

wie man erwarten könnte. Der ganze Mechanismus ist jedoch zu kompliziert, um hier einer näheren Betrachtung unterwerfen zu können.

Die Nieren (Fig. 567) sind etwas gestreckte, an der Oberfläche stark gefaltete Organe, die hinten in der Leibeshöhle liegen. Die Harnleiter öffnen sich getrennt in die Cloake (nicht in die Harnblase). Eine Harnblase findet sich bei Sauriern (Fig. 472, S. 476) und Schildkröten, fehlt bei den Schlangen und Crocodilen; sie ist eine Ausstülpung der ventralen Wand der Cloake[1]); die Oeffnungen der Harnleiter sind nicht weit von ihrer Einmündungsstelle entfernt.

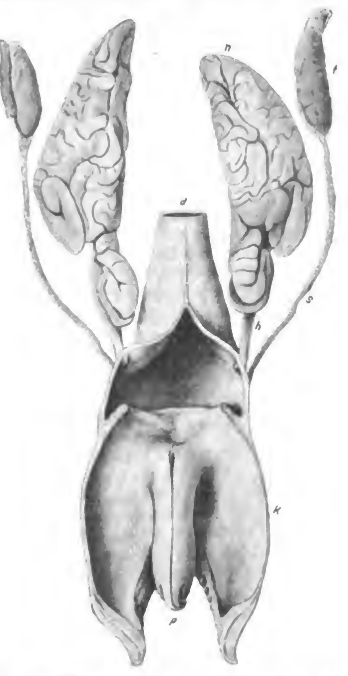


Fig. 567. Harn- und Geschlechtsorgane eines männlichen Crocodils. Cloake dorsal aufgeschnitten. *d* Enddarm, *h* Harnleiter, *k* Cloake, *n* Niere, *p* Penis, *s* Samenleiter, *t* Hoden nebst Nebenhoden. — Orig.

Die beiden Eierstöcke sind in reifem Zustande traubenförmig, infolge der ansehnlichen Größe der Eier; die Eileiter (Müller'schen Gänge) sind nach dem gewöhnlichen Typus gebildet und münden getrennt in die Cloake (Fig. 472, S. 476). Bei den Schlangen liegen, in Anpassung an die gestreckte Körperform, die Eierstöcke nicht nebeneinander, sondern einer vor dem andern. — Die Hoden verbinden sich mittels eines Nebenhodens mit je einem Samenleiter, der in die Cloake mündet. — Begattungswerkzeuge treten in zwei gänzlich verschiedenen Formen auf. Bei den Sauriern und Schlangen findet sich ein Paar Begattungsorgane; an jedem Ende der Querspalte, die den After repräsentiert, ist eine Oeffnung vorhanden, die in einen Blindsack hineinführt, der sich unterhalb der Haut des Schwanzes nach hinten erstreckt (ist als eine eingestülpte Haut-

1) Bei manchen Schildkröten öffnet sich in die Cloake außer der unpaarigen Harnblase noch ein Paar ähnliche Säcke, die Wasser von außen aufnehmen und es wieder ausstoßen (Respiration ?).

partie aufzufassen); dieser Sack kann ausgestülpt werden und zeigt dann an der Oberfläche eine Rinne, in welcher der Same entlang läuft, wenn das (oft mit Stacheln oder Falten ausgestattete) Begattungsorgan in die weibliche Cloake eingeführt ist; ein Muskel, der sich an das Ende des Blindsackes heftet, zieht ihn wieder zurück. Bei den *Crocodilen* (Fig. 567) und *Schildkröten* ist der Penis dagegen ein *unpaariger*, solider Körper, der ähnlich wie die Zunge im Munde an der ventralen Wand der Cloake festgeheftet ist und aus dem After hervorgeschoben werden kann; er ist an seiner oberen Fläche mit einer Längsrinne für den Samen versehen, an deren vorderem Ende die Samenleiter ausmünden.

Die *Eier* der Reptilien sind von verhältnismäßig bedeutender Größe; während ihrer Wanderung durch die Cloake werden sie von einer größeren oder kleineren *Eiweißschicht* und von einer kalkhaltigen *Schale* umgeben, die bei Sauriern und Schlangen gewöhnlich lederartig, zäh ist, bei den meisten Schildkröten [1]) und bei den Crocodilen fest und spröde wie eine Vogel-Eierschale. Die Form der Schale gewöhnlich oval, seltener kugelig (letzteres bei den meisten Schildkröten). Nicht wenige Schlangen und einige Saurier behalten die Eier so lange in den Eileitern, daß sie *lebendige Junge* gebären; übrigens geht den Eiern solcher Formen in der Regel eine Schale nicht ab, diese wird aber bei der Geburt gesprengt. Die *Eifurchung* ist partiell, der Nahrungsdotter sehr groß: der Embryo ist von Embryonalhüllen (vergl. S. 478) umgeben. Die neugeborenen Jungen sind in der Hauptsache den Erwachsenen ähnlich.

Bei den ausgebildeten Embryonen von Schlangen und Sauriern findet sich am oberen Kieferrand in der Mittellinie ein unpaarer vorstehender Zahn (ein echter Zahn), der dazu verwendet wird, die Eischale durchzuschneiden („Eizahn"). — Die Embryonen der Crocodile und Schildkröten haben an der Schnauzenspitze eine warzenförmige, stark verhornte Erhabenheit, mit der sie die Eischale sprengen.

Die Reptilien sind größtenteils *Landtiere*; nicht ganz wenige führen eine amphibische Lebensweise, indem sie sich teils im Wasser (Süßwasser oder Meer), teils auf dem Lande aufhalten, einige leben sogar überwiegend im Wasser. Die meisten ernähren sich von Raub (Insecten. Regenwürmern, Schnecken, Wirbeltieren etc.). Sie sind in den Tropen zahlreich, in den kälter gemäßigten Ländern spärlich vertreten, fehlen in der kalten Zone. In früheren Perioden der Erdgeschichte, in der *mesozoischen* Zeit, war die Abteilung noch weit reicher entfaltet und zum Teil durch riesigere Formen als heutzutage vertreten.

Uebersicht der jetztlebenden Reptilien-Ordnungen.

Bewegliches Quadratbein. After eine Querspalte. Paarige Begattungswerkzeuge.	1. *Saurier*. In der Regel mit Gliedmaßen. Am Bauch Schuppen. Unterkieferäste unbeweglich verbunden. 2. *Schlangen*. Ohne Gliedmaßen. Am Bauch Schienen. Unterkieferäste durch ein elastisches Band verbunden.
Quadratbein unbeweglich. After nicht eine Querspalte. Penis unpaarig.	3. *Schildkröten*. Zahnlos. Zusammenhängendes Knochenschild um den Rumpf. 4. *Crocodile*. Zähne in Zahnhöhlen. Zwei Herzkammern.

1) Bei den Seeschildkröten und bei einigen anderen Schildkröten ist die Schale weich.

1. Ordnung. **Sauria** oder **Lacertilia.**

Bezüglich der Charaktere der Saurier ist die obenstehende Uebersicht und die allgemeine Beschreibung der Reptilien zu vergleichen. Von den zahlreichen Formen führen wir hier einige Beispiele an.

1. Die Eidechsen (*Lacerta*) haben einen langen, runden Schwanz, wohlentwickelte Gliedmaßen, kleine Schuppen auf dem Rücken, größere, in wenigen Längsreihen geordnete am Bauche; Zunge wohlentwickelt, gespalten. In Deutschland häufig sind die einander sehr ähnlichen *L. agilis* und *L. vivipara* (letztere lebendiggebärend), in den Rheingegenden außerdem auch die spitzschnauzige Mauereidechse (*L. muralis*); selten ist die mehr südliche, große grüne Eidechse (*L. viridis*). — Die Varane (*Varanus*) sind große tropische (altweltliche) Saurier mit einer sehr langen, gespaltenen Zunge, mit rundem oder zusammengedrücktem Schwanz; einige Arten halten sich teilweise im Wasser auf.

2. Die Leguane (*Iguanidae*) sind Saurier mit kleinen Schuppen und einer dicken, kaum gespaltenen Zunge; manche sind mit Stacheln, Hautfalten und ähnlichem ausgestattet. Von Leguanen gibt es teils gestreckte, langbeinige, langschwänzige Formen, Baumleguane, und plumpe, abgeplattete, kurzschwänzige Formen, Erdleguane. Sie gehören alle den wärmeren Ländern an. Eine eigentümliche Gattung kleiner Baumleguane sind die Flugeidechsen oder Drachen (*Draco volans*), deren „falsche“ Rippen nicht den Rumpfseiten des Tieres anliegen, sondern nach außen gerichtet sind und als Stützen für eine große, als Fallschirm dienende Hautfalte jederseits fungieren; Ostindien.

3. Die Blindschleiche (*Anguis fragilis*) ist ein gliedmaßenloser Saurier mit langem Schwanz und beweglichen Augenlidern; lebendiggebärend, in Deutschland häufig. Zu derselben Saurier-Familie (*Anguidae*) gehören 1. Formen von gewöhnlicher Eidechsengestalt mit vier wohlentwickelten fünfzehigen Gliedmaßen, 2. eine sehr gestreckte Form mit vier kleinen vierzehigen Gliedmaßen, 3. eine Form mit vier fast zehenlosen Gliedmaßen, 4. Formen ohne Vordergliedmaßen, aber mit rudimentären Hintergliedmaßen, und endlich 5. als letztes Glied der Reihe die Blindschleiche. Die anderen sind alle Ausländer.

4. Die Chamäleonen (*Chamaeleo*) bilden eine sehr eigentümliche Sauriergruppe. Die Spalte zwischen den Augenlidern ist sehr eng, letztere bedecken fast ganz die Außenseite des Augapfels, mit dem sie eng verbunden sind, und werden zugleich mit diesem bewegt. Die in eine Scheide zurückziehbare Zunge ist keulenförmig, von bedeutender Länge und kann weit aus dem Munde hervorgeschnellt werden. Die Finger und Zehen eines jeden Fußes sind zu zwei Bündeln, jeder aus zwei oder drei Zehen (Fingern) bestehend, verwachsen; die Zehen sind in jedem Bündel fast bis an die Spitze verbunden, und beide Bündel sind derartig gedreht, daß sie wie Aeste einer Zange gegeneinander wirken können (werden zum Umgreifen der Aeste benutzt). Körper zusammengedrückt, der Schwanz ein Wickelschwanz, Schuppen sehr klein. Bekannt ist das Vermögen der Chamäleonen, ihre Farbe zu wechseln. In wärmeren Ländern (besonders Afrika); eine Art kommt schon in Andalusien vor.

5. Die Geckonen (*Ascalabotae*) sind dadurch ausgezeichnet, daß die Zehen an der Unterseite mit Haftscheiben versehen sind und daß die Augenlider sich wie bei den Schlangen verhalten (vergl. S. 565—66); es sind in der Regel abgeplattete Tiere mit sehr kleinen Schuppen. In wärmeren Ländern (schon in Süd-Europa).

6. Die Ringelechsen (Gattung *Amphisbaena* u. a.) sind kurzschwänzige, sehr langgestreckte, zylindrische Saurier mit sehr kleinen Augen, gewöhnlich ganz gliedmaßenlos (oder nur mit kleinen Vorderbeinen); Schuppen viereckig, nicht dachziegelartig, in Querringen angeordnet. Die Ringelechsen führen eine ähnliche Lebensweise wie die Cöcilien unter den Amphibien. In wärmeren Ländern (eine Art in Südeuropa).

Anmerkung. Der neuseeländische *Sphenodon* (*Hatteria*) *punctatus*, der äußerlich einem Leguan ähnlich sieht, ist der letzte Ueberrest einer großen, sonst ausgestorbenen Reptilien-Ordnung, der **Rhynchocephalen**, die bereits im Perm auftritt. Die Rhynchocephalen schließen sich in vielen Stücken an die Saurier an, unterscheiden sich aber in anderen wesentlich von denselben. Die wichtigsten Charaktere von Sphenodon sind folgende: Begattungsorgane fehlen (das Männchen stülpt die Cloake aus). Es sind ein oberer und ein unterer Schläfenbogen vorhanden (wie bei den Crocodilen; bei den Sauriern fehlt der untere). Es sind (wie bei den Crocodilen) zahlreiche „Bauchrippen“ entwickelt. Die Rippen besitzen einen „schrägen Fortsatz“ (*Processus uncinatus*) wie bei Crocodilen und Vögeln. Das Quadratbein ist unbeweglich. Die Wirbelkörper sind amphicöl (dem Wirbel Fig. 528, 1 ähnlich). Parietalauge wohlentwickelt. After eine Querspalte, wie bei den Sauriern (bei den Crocodilen eine Längsspalte). Brustbein und Schultergürtel wie bei den Sauriern.

2. Ordnung. Ophidia, Schlangen.

Die Schlangen, die mit den Sauriern nahe verwandt sind, zeichnen sich aus: durch ihre Gliedmaßenlosigkeit (selten sind Rudimente der Hintergliedmaßen vorhanden), durch das vorhin (S. 565–66) erwähnte Verhalten der Augenlider, durch das Fehlen eines Trommelfelles (und einer Paukenhöhle), durch den sehr langgestreckten Rumpf, den verhältnismäßig kurzen Schwanz, dadurch, daß die Bauchseite fast immer mit breiten Schienen bedeckt ist und daß die Unterkieferäste durch ein elastisches Band verbunden sind, durch die große Beweglichkeit des Quadratbeines und der ganzen Kiefer-Gaumenpartie, durch die lange, gespaltene Zunge. Von den gliedmaßenlosen Sauriern unterscheiden die Schlangen sich durch den Besitz des elastischen Bandes, durch das Fehlen eines Brustbeines und eines Schultergürtels (von diesen Teilen sind bei den gliedmaßenlosen Sauriern wenigstens Rudimente vorhanden) und durch das eigentümliche Zungenbein.

Vermöge der bedeutenden Erweiterungsfähigkeit der Mundhöhle — die auf der großen Beweglichkeit der Kiefer-Gaumenpartie und dem Vorhandensein des elastischen Bandes zwischen den Unterkieferästen beruht — und des Fehlens eines Brustbeines sind die Schlangen imstande, sehr große Beute zu verschlingen; sie nehmen nur in ansehnlichen Zwischenräumen (bis zu mehreren Monaten) Nahrung zu sich. Einige Schlangen (die Giftnattern und die Ottern) sind mit großen Giftzähnen (Fig. 568) versehen, die sich dadurch auszeichnen, daß sie an der Vorderseite mit einer tiefen Rinne versehen sind, deren Ränder aneinander schließen oder gar verschmolzen sind; nur an der Basis des Zahnes und in der Nähe der Spitze ist sie offen. Der Giftzahn — es ist zurzeit immer jederseits nur einer vorhanden — hat stets seinen Platz vorn im Oberkieferbein, und die in seinen Kanal führende Oeffnung an der Basis steht mit dem Ausführungsgang einer hinter dem

Kopf liegenden Giftdrüse in Verbindung[1]), die als eine eigentümlich ausgebildete Mundhöhlendrüse aufzufassen ist. In der Schleimhaut der Mundhöhle hinter dem Giftzahn findet man mehrere Ersatzzähne auf verschiedener Entwicklungsstufe. Wenn der Zahn nicht benutzt wird, ist er von einer Falte der Mundhaut bedeckt, aus der er durch eine Bewegung des mit ihm unbeweglich verbundenen Oberkieferbeines hervortritt. Bei den Ottern ist das Oberkieferbein sehr kurz und trägt keine anderen Zähne als den Giftzahn; bei den Giftnattern finden sich hinter dem Giftzahn noch einige kleine, einfache Zähne im Oberkiefer. — Bei einer Gruppe von Schlangen sind einer oder mehrere der hintersten Oberkieferzähne an der Vorderseite mit einer offenen Längsfurche versehen: Furchenzähne. Es hat sich ergeben, daß diese Zähne ebenfalls mit einer Giftdrüse

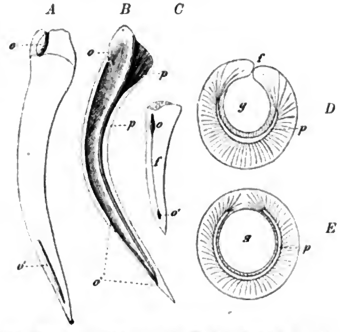


Fig. 568. *A* Giftzahn einer Klapperschlange, von vorn und etwas von außen; *B* derselbe Zahn der Länge nach durchschliffen. *C* Giftzahn einer Brillenschlange, von vorn und etwas von außen; *D* Querschnitt desselben. *E* Querschnitt des Giftzahnes einer Klapperschlange. — *f* Furche, *g* Giftkanal, *o* obere, *o'* untere Oeffnung des Giftkanals, *p* Pulpahöhle. — Orig.

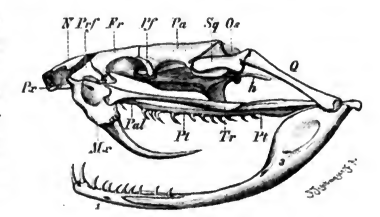


Fig. 569. Linke Hälfte des Schädels von einer großen Grubenotter (*Lachesis atrox*). *Fr* Stirnbein, *h* Hörknöchelchen, *Mx* Oberkieferbein, *N* Nasenbein, *Os* oberes Hinterhauptsbein, *Pa* Scheitelbein, *Pal* Gaumenbein, *Pf* Postfrontale, *Prf* Präfrontale, *Pt* Flügelbein, *Px* Zwischenkieferbein, *Q* Quadratbein, *Sq* Schuppenbein, *Tr* Transversum. *1*, *3* Unterkieferknochen. — Orig.

in Verbindung stehen und daß kleine Tiere, die von den betreffenden Schlangen gebissen werden, bald sterben. — Schlangen mit glatten Zähnen haben meistens eine entsprechende (kleinere) Drüse, und das Secret ist jedenfalls bei einigen derselben giftig.

---

1) Die Giftdrüse mündet eigentlich frei an der Mundhöhlenwand und die obere Oeffnung des Giftzahnes ebenfalls; beide Oeffnungen liegen aber ganz dicht beieinander, und der Rand der Drüsenöffnung legt sich dicht an den Zahn um die Zahnöffnung heran, so daß das Gift nicht in den Mund abfließen kann (vergl. Fig. 571).

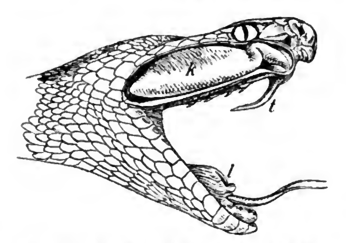


Fig. 570. Kopf einer Klapperschlange mit geöffnetem Rachen; die Haut, welche die Giftdrüse deckt, ist entfernt. *k* Giftdrüse, *t* Giftzahn, *l* Oeffnung der Luftröhre. — Orig.

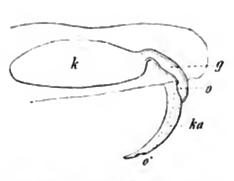


Fig. 571. Giftdrüse und Giftzahn einer Schlange. Schema *k* Drüse, *g* Ausführungsgang derselben, *ka* Giftkanal, *o* obere, *o'* untere Oeffnung desselben. — Orig.

Von der großen Abteilung der Schlangen führen wir im folgenden einige Beispiele an.

1. Die Riesenschlangen (*Peropoda*) besitzen Rudimente von Hintergliedmaßen in Form eines kleinen krallenartigen Fortsatzes zu jeder Seite des Afters. Zähne einfach. Hierzu gehören die größten Schlangenformen: *Python* (bis ca. 10 m lang), mehrere Arten in Asien und Afrika, das Weibchen brütet seine Eier aus (seine Körperwärme steigt in der Brutzeit bedeutend über die der Umgebung); *Boa constrictor* in Südamerika bis ca. 6 m.

2. Die Nattern (*Colubridae*). Ebenso wie alle folgenden ohne Hintergliedmaßen. Zähne einfach. Von dieser Gruppe findet man in Deutschland allgemein verbreitet die Ringelnatter (*Tropidonotus natrix*), an den zwei großen, gelben Flecken am Hinterkopfe leicht kenntlich, und die glatte Natter (*Coronella austriaca* od. *laevis*), kleiner, rötlich-grau. Selten und lokal sind die Würfelnatter (*Trop. tesselatus*) und die Aeskulapnatter (*Coluber Aesculapii*) am Rhein etc.

3. Die Furchenzähner (*Opisthoglypha*) besitzen hinten im Oberkiefer einen oder mehrere Furchenzähne. Hierzu gehören die Peitschenschlangen (*Dryophis* u. a.), eine in den Tropen einheimische Gruppe von Schlangen, die sich durch ihren außerordentlich langen, dünnen Körper und durch den zugespitzten Kopf auszeichnen; sie leben auf Bäumen.

4. Die Giftnattern (*Proteroglypha*) besitzen vorn im Oberkiefer einen Giftzahn mit einer feinen Furche an der Vorderseite (vergl. Fig. 568 *C—D*) und dahinter einige kleine, einfache Zähne.

a) Die Brillenschlange (*Naja tripudians*) kann die Körperhaut hinter dem Kopfe zu einer breiten Scheibe ausbreiten, indem sie die vordersten Rippen nach der Seite richtet; an der Scheibe zeigt sich dann eine brillenähnliche Figur. 2 m lang. Indien. — Die Korallennattern (*Elaps*), rot und schwarz geringelt, kleiner, in Südamerika. Mehrere andere Gattungen von Giftnattern in den wärmeren Ländern.

b) Die Seeschlangen (Gattung *Hydrophis* u. a.) zeichnen sich besonders dadurch aus, daß der Schwanz stark zusammengedrückt und die Bauchschienen sehr klein, schuppenartig sind. Zahlreiche Arten im Indischen und Großen Ozean, gewöhnlich kleinere Tiere (selten länger als die Ringelnatter, oft kleiner); ihr Biß gefährlich.

5. Die Ottern (*Solenoglypha*). Der große Giftzahn ist der einzige Zahn im Oberkieferbein; er besitzt keine Furche an seiner Vorderseite. Der Kopf in der Regel hinten breit, scharf vom Rumpfe abgesetzt.

a) Die Kreuzotter (*Vipera berus*) mit Zickzackbinde längs der Rückenmitte. Lebendiggebärend. Besonders in Heidegegenden, in Deutschland an manchen Orten häufig. — Die etwas größere Sandviper (*Vipera ammodytes*), mit nach oben gerichtetem Fortsatz der Schnauzenspitze, lebt in den Mittelmeerländern, Oesterreich, Südbayern.

b) Die Grubenottern (*Crotalidae*) zeichnen sich durch den Besitz einer tiefen Grube jederseits zwischen dem Auge und der Nasen-

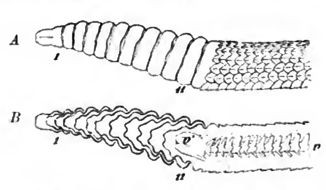


Fig. 572. *A* Schwanzende einer Klapperschlange mit 11 Dütchen (*I* die älteste, *II* die jüngste), *B* dasselbe, der Länge nach durchschnitten. *v* Wirbelsäule, *v'* letztes, aus mehreren verwachsenen Wirbeln bestehendes Glied der Wirbelsäule (die umgebenden Weichteile punktiert); die durchschnittenen Dütchen je durch eine dicke Linie angegeben. Wie aus einem Vergleich beider Figuren erhellt, tritt von jedem Dütchen (mit Ausnahme des ältesten, *I*) nur der hintere Teil als ein gewölbter Ring hervor; der übrige Teil ist in dem nächst älteren Dütchen verborgen. — Nach Garman.

öffnung aus. Dazu gehören die meisten dem Menschen gefährlichen Giftschlangen der wärmeren Länder. Die Klapperschlangen (*Crotalus*) unterscheiden sich von den anderen Grubenottern dadurch, daß sie am Schwanzende mehrere ineinandersteckende, lose, rasselnde Horndütchen besitzen, Ueberreste von abgestoßenen Häuten (vergl. Fig. 572); mehrere Arten (bis über 2 m) in Nord- und Südamerika. Die meist kleineren, aber nicht weniger gefährlichen *Trigonocephalus*-Arten leben in Ostindien und Amerika.

3. Ordnung. Chelonia od. Testudinata, Schildkröten.

Die Schildkröten zeichnen sich in erster Linie dadurch aus, daß der größere Teil des breiten Körpers, von dem Ursprung der Vorder- zu dem Ursprung der Hintergliedmaßen, von einer zusammenhängenden Knochenkapsel umgeben ist, die aus großen Knochenplatten zusammengesetzt ist, deren Ränder gewöhnlich aneinander stoßen und durch Zacken ineinander greifen; die Platten sind teils eigentümlich ausgebildete Partien des gewöhnlichen Skelets, teils Hautverknöcherungen, die mit jenen in Verbindung getreten. Vorn besitzt die Kapsel, die in ein Rücken- und ein Bauchschild geteilt werden kann, eine große Oeffnung für Kopf und Vorderbeine, hinten eine für Schwanz und Hinterbeine; bei den meisten können Kopf, Hals und Gliedmaßen unter die Ränder des Schildes eingezogen oder eingelegt werden. Die Knochenkapsel hat folgende Zusammensetzung: An der Rückenseite in der Mitte liegt eine Reihe von kleineren Platten, Verbreiterungen des oberen Teiles der Wirbelbogen; daneben jederseits eine Reihe von großen Platten, Verbreiterungen der Rippen;

außerhalb dieser drei Reihen eine Reihe von kleinen Randplatten (Hautverknöcherungen). Das Bauchschild wird größtenteils von zwei Reihen von Hautverknöcherungen gebildet; an seinem vorderen Ende finden sich eine unpaare Platte und vor dieser ein Plattenpaar: erstere entspricht wahrscheinlich dem Episternum, letzteres den Schlüsselbeinen der übrigen Reptilien. In der Knochenkapsel sind bei jungen Tieren Lücken vorhanden, die sich allmählich ausfüllen, bei einigen Formen, z. B. bei den Seeschildkröten, zeitlebens bestehen bleiben. Diejenige Partie des Körpers, in der die Knochenplatten liegen, ist äußerlich gewöhnlich von großen Hornschildern gedeckt, die durch Furchen getrennt sind; ihre Grenzen entsprechen denen der Knochenplatten nicht, wenn auch ihre Anordnung eine ähnliche ist, und ihre Zahl ist anders. Der übrige Teil des Körpers ist von kleineren Schuppen und Schildern bedeckt; in einigen Schuppen können zuweilen ähnlich wie bei gewissen Sauriern kleine Knochenplatten sich entwickeln. — Die Kiefer sind zahnlos, aber von einer Hornscheide mit scharfen Rändern bedeckt.

Die Schildkröten ernähren sich teils von Pflanzen, teils von Tieren. Sie leben auf dem Lande, im Süßwasser oder im Meere. Es sind träge, langsame Tiere. Die Eier werden stets auf dem Lande in die Erde abgelegt. Die Mehrzahl der Schildkröten ist in den Tropen zu Hause.

Die meisten Schildkröten sind „amphibische“ Tiere, die im Süßwasser leben, öfters aber aufs Land gehen. Das ist z. B. mit der europäischen „Sumpfschildkröte“ (*Emys europaea*) der Fall, die über einen großen Teil von Europa verbreitet ist (auch in Deutschland). Aber gewisse Schildkröten sind ausgeprägte Landtiere, so die stark gewölbten *Testudo*-Arten, von denen einige sehr groß (1—2 m lang) werden; in Süd-Europa *T. graeca* (20 cm). Wieder andere sind im Gegenteil mehr exklusive Wasserbewohner, wie die Gattung *Trionyx* (mit großen Schwimmfüßen, das Schild ohne Hornplatten) in Süßwasser und die Seeschildkröten (*Chelone*). Letztere sind große Tiere mit walflossenartigen Gliedmaßen, krallenlos oder nur mit Krallenrudimenten, die Vordergliedmaßen sehr groß, weit größer als die Hintergliedmaßen; im Atlantischen Meer etc., eine Art im Mittelmeer. (Die Hornplatten von *Ch. imbricata* liefern das „Schildpatt“, *Ch. mydas* wird gegessen).

4. Ordnung. **Crocodilia, Crocodile.**

Diese Ordnung weicht in manchen Beziehungen von den übrigen jetzt lebenden Reptilien ab und nähert sich den Vögeln (in dieser Hinsicht sind die geteilte Herzkammer und die Anordnung des Arteriensystems, die Ausbildung des Gehirns und der Lagena hervorzuheben). Die Crocodile sind großköpfige Tiere mit den Nasenlöchern an der Oberseite der Schnauzenspitze, mit Schwimmhaut zwischen den Hinterzehen und mit einem langen, zusammengedrückten Schwimmschwanz; Krallen sind nur an den drei inneren Zehen jedes Fußes vorhanden (an den Vorderfüßen 5, an den Hinterfüßen 4 Zehen). In der Haut finden sich zahlreiche Knochenplatten (besonders an der Rückenseite). Der After eine Längsspalte. (Ueber die Art, wie sie mit geöffnetem Mund im Wasser atmen, und über andere Verhältnisse vergleiche oben.)

Die Crocodile, die eine Länge von etwa 10 m erreichen können, leben in wärmeren Ländern im Süßwasser (selten im Meere an der Küste), gehen jedoch auch aufs Land; es sind gefräßige Raubtiere und Aasfresser. Die Eier werden auf dem Lande abgelegt, entweder in die Erde eingegraben oder zwischen verwesenden Pflanzenteilen und ähnlichem angebracht; die Mutter überwacht die Eier und zuweilen auch die Jungen.

Die jetztlebenden Crocodile werden in drei Gruppen geteilt: 1. Kaimane (*Alligator*) mit verhältnismäßig kurzer Schnauze und unvollständiger Schwimmhaut zwischen den Hinterzehen; Amerika (eine Art in Ostasien).

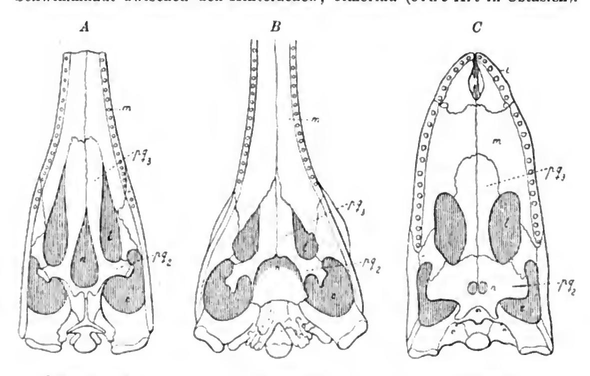


Fig. 573. Schädel verschiedener Crocodile von der Unterseite. *c* untere Oeffnung der Schläfenhöhle, *l* Oeffnung zwischen Gaumenbein und Oberkieferbein, *m* Oberkieferbein, *n* inneres Nasenloch, pq_2 Flügelbein, pq_3 Gaumenbein.

2. Echte Crocodile (*Crocodilus*) mit langer Schnauze und vollständiger Schwimmhaut zwischen den Hinterzehen; sowohl in der alten als in der neuen Welt. 3. Gaviale (*Rhamphostoma*) mit sehr langer und schmaler Schnauze (Fischfresser), vollständiger Schwimmhaut; Ostindien.

Bei den jetztlebenden Crocodilen sind die inneren Nasenlöcher so weit nach hinten gerückt (vergl. S. 565), daß sie in den Flügelbeinen liegen (Fig. 573 *C*). Bei den Teleosauren aus der Juraformation liegen sie noch am Hinterende der Gaumenbeine (*B*), bei noch älteren Crocodil-Formen aus dem Lias (älterer Jura) münden die Nasenhöhlen zwischen den Gaumenbeinen (*A*). Bei den Triasformen (den Parasuchiern) liegen sie ebenso wie bei Sauriern u. a. am vorderen Ende der Gaumenbeine. Alle diese älteren Crocodilformen weichen auch darin von den jetztlebenden ab, daß die Wirbelkörper sowohl vorn als hinten etwas ausgehöhlt sind. Die Crocodile der Tertiärzeit und ein Teil derjenigen der Kreidezeit schließen sich dagegen vollständig an die jetztlebenden an: die Flügelbeine nehmen an der Bildung des Nasenkanals

teil, und die Wirbel sind wie bei diesen vorn konkav, hinten konvex. Es zeigt sich somit innerhalb der Ordnung der Crocodile eine sehr interessante Stufenfolge durch die Zeiten.

Obgleich die Reptilien in der Jetztzeit eine reiche und mannigfaltige Abteilung bilden, waren sie doch in früherer Zeit weitaus reicher vertreten, z. T. durch Gruppen, die jetzt völlig verschwunden sind.

Die ältesten Reptilien sind wahrscheinlich die **Cotylosaurier**, die sich noch in manchen Stücken den Stegocephalen (S. 555—56) anschließen: der Schädel ist von oben gesehen einem Stegocephalen-Schädel außerordentlich ähnlich, hat das gleiche Schläfendach wie letzterer; es ist das gleiche

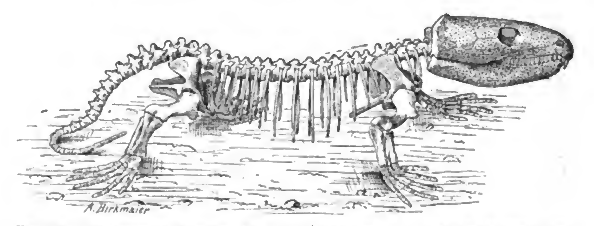


Fig. 574. *Labidosaurus hamatus*, ein Cotylosaurier, $^1/_5$. Beachte das zusammenhängende Schläfendach hinter dem Auge. — Nach Broili.

doppelte Schlüsselbein vorhanden; die Wirbel sind tief amphicöl; es ist ein großes Scheitelloch vorhanden. Sie weichen aber z. B. durch den Besitz nur eines Hinterhaupts-Gelenkhöckers von den Stegocephalen ab. Es sind Bauchrippen wie bei Sphenodon und den Crocodilen entwickelt. Die Gruppe umfaßt Formen verschiedener Größe von Eidechsen-Habitus; sie tritt in der oberen Kohlenformation, im Perm und im Trias auf. — Bei den ebenfalls sehr alten **Pelycosauriern** (aus denselben Formationen) ist das Schläfendach jederseits von einer großen Lücke durchbrochen, deren untere Begrenzung als Jochbogen bezeichnet wird. Einige P. besaßen an den Rückenwirbeln mächtige Dornfortsätze, die offenbar — ähnlich wie bei dem rezenten Saurier *Basiliscus* — den Stützapparat eines Hautkammes darstellten. — Während die Pelycosaurier wahrscheinlich von den Cotylosauriern abzuleiten sind, leiten sich von den P. wieder die oben (S. 574) genannten Rhynchocephalen (*Sphenodon*) ab, bei denen im Schläfendach zwei Lücken und damit ein oberer und ein unterer Schläfenbogen jederseits vorhanden sind.

Die **Ichthyosaurier** nehmen unter den Reptilien eine ähnliche Stellung ein wie unter den Säugetieren die Wale, und im Habitus erinnern sie stark an letztere Gruppe. Der Kopf (besonders die Schnauzenpartie) ist von kolossaler Größe, der Hals ungemein kurz, der Schwanz sehr lang und kräftig; beide Gliedmaßenpaare sind ähnlich wie die Flossen der

Wale gebildet; sie stellen kurze, breite Platten dar, alle Gliedmaßenknochen waren unbeweglich verbunden und sehr verkürzt, die Zehen — deren bisweilen mehr als fünf an jedem Fuß vorhanden waren — waren von einer gemeinsamen Haut umschlossen, krallenlos, die Anzahl der Glieder jeder Zehe sehr groß (jedes Glied aber sehr kurz). Von anderen Charakteren führen wir an, daß die Sclera der großen Augen mit einem Kranz von Knochenplatten versehen war; die Wirbelkörper waren sehr groß

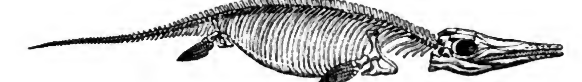


Fig. 575. Ein Ichthyosaurier.

und vorn und hinten ausgehöhlt, das Becken war nicht mit der Wirbelsäule verbunden, die Hintergliedmaßen schwächer als die Vordergliedmaßen, die Zähne saßen in Zahnhöhlen (welche in jedem Kieferrand eine zusammenhängende Furche bildeten, was auch bei einigen anderen Tieren, z. B. bei gewissen Walen, vorkommt). Die Ichthyosaurier waren Meerestiere, zum Teil von sehr ansehnlicher Größe (10 m und mehr); sie lebten in der (Trias-) Jura- und Kreideformation.

Die **Plesiosaurier** bilden einen anderen ausgestorbenen Typus von Meeresreptilien, die in einigen Beziehungen den Ichthyosauren ähnlich, in anderen Punkten recht unähnlich sind. Der Kopf der Plesiosauren ist klein, zuweilen sogar sehr klein, der Hals dagegen lang, am längsten bei den mit dem kleinsten Kopfe versehenen Formen. Das Gedrungene, Fischartige in der Leibesform der Ichthyosaurier fehlt somit hier völlig. Vorder- und Hintergliedmaßen sind wie bei letzteren krallenlos und wal-

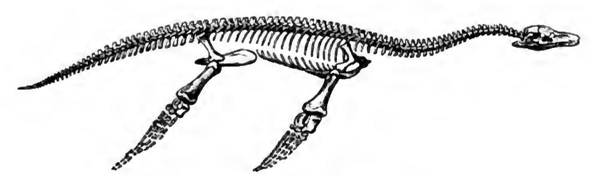


Fig. 576. Ein Plesiosaurier.

flossenähnlich; meistens sind sie jedoch größer als bei den Ichthyosauren, die Knochen sind nicht so stark verkürzt und die Anzahl der Zehen übersteigt 5 nicht. Sie erreichen eine ähnliche Länge wie die Ichthyosauren. Trias, Jura, Kreide.

Bei den **Pterosauriern** (Flugsauriern): *Pterodactylus, Rhamphorhynchus* u. a., waren die Vordergliedmaßen zu wirklichen Flugorganen ausgebildet. Jede Vordergliedmaße besaß vier Finger, von denen die drei inneren (Nr. 1, 2, 3) nicht besonders ausgebildet waren, während der vierte

nebst dem zugehörigen Mittelhandknochen stark verlängert war und im Rande der großen Flughaut seinen Platz hatte; die Flughaut, von der man in einigen Fällen Abdrücke gefunden hat, war von jenem Finger zum

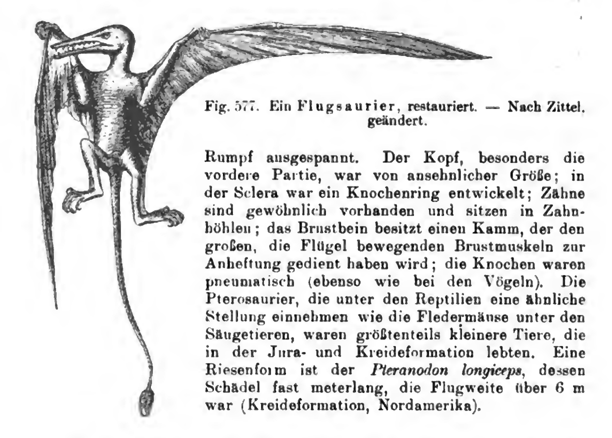


Fig. 577. Ein Flugsaurier, restauriert. — Nach Zittel, geändert.

Rumpf ausgespannt. Der Kopf, besonders die vordere Partie, war von ansehnlicher Größe; in der Sclera war ein Knochenring entwickelt; Zähne sind gewöhnlich vorhanden und sitzen in Zahnhöhlen; das Brustbein besitzt einen Kamm, der den großen, die Flügel bewegenden Brustmuskeln zur Anheftung gedient haben wird; die Knochen waren pneumatisch (ebenso wie bei den Vögeln). Die Pterosaurier, die unter den Reptilien eine ähnliche Stellung einnehmen wie die Fledermäuse unter den Säugetieren, waren größtenteils kleinere Tiere, die in der Jura- und Kreideformation lebten. Eine Riesenform ist der *Pteranodon longiceps*, dessen Schädel fast meterlang, die Flugweite über 6 m war (Kreideformation, Nordamerika).

Die **Dinosaurier** sind eine Abteilung ausgestorbener Reptilien, die durch lange Zeiten — Trias, Kreide — eine ähnliche hervortretende Rolle an der Erdoberfläche spielten wie die Säugetiere in der Jetztzeit. Es waren hochbeinige Landtiere mit kräftigem Schwanz und langem Hals, also gar nicht eidechsenartig; viele unter ihnen waren von bedeutender Größe, einige sogar weit größer als die allergrößten Landsäugetiere (man kennt Formen mit einem Oberarmknochen von 2 m Länge)[1]; es waren unter ihnen aber auch kleine Formen. Die Knochen waren zum größten Teil pneumatisch. Bei einigen Dinosauriern sind Vorder- und Hintergliedmaßen ungefähr von gleicher Länge, häufiger aber jene kleiner, zuweilen sogar viel schwächer als die Hintergliedmaßen, und manche Dinosaurier bewegten sich offenbar ausschließlich auf letzteren fort; viele waren Zehengänger, während andere Reptilien mit dem ganzen Fuß auftreten. Sehr merkwürdig ist das Becken: das Darmbein ist stark nach vorn, vor der Gelenkpfanne, verlängert, was bei anderen Reptilien nicht der Fall ist, während dies mit dem übereinstimmt, was man bei den Vögeln findet; und bei manchen Dinosauriern (z. B. *Iguanodon*, Fig. 578) hat das Schambein eine sehr merkwürdige Form, indem von seiner Basis ein langer dünner Fortsatz (*p'*) entspringt, der nach hinten (ungefähr in entgegengesetzter Richtung wie der Hauptast), dem oft langen und dünnen Sitzbein parallel und dicht angelagert, verläuft. Die Sacralwirbel sind in

1) Daß sie so groß haben sein können (vergl. S. 97), erklärt sich daraus, daß ihre pneumatischen Knochen relativ leicht waren.

größerer Zahl als sonst bei den Reptilien vorhanden (4 oder mehr) und miteinander verwachsen. Von anderen Charakteren sind hervorzuheben, daß die obere Reihe der Fußwurzelknochen bei manchen mit der Tibia



Fig. 578. *Iguanodon*, einer der vogelähnlicheren Dinosaurier. *1* Daumen, *5* fünfter Finger, *4* vierte Zehe, *co* Coracoid, *f* Fibula, *il* Darmbein, *is* Sitzbein, *mt* Mittelfuß, *n* Nasenloch, *o* Augenhöhle, *p* Schambein, *p'* dessen hinterer Fortsatz, *r* Halsrippe, *ra* Radius, *sc* Schulterblatt, *st* Brustbein, *u* Ulna. — Nach Dollo, verändert.

unbeweglich verbunden ist. Die Form des Femurs und der Tibia ist stark von derjenigen anderer Reptilien abweichend und sehr vogelähnlich, die dritte Zehe ist länger als die vierte (wie bei den Vögeln) etc. Vergl.

übrigens die unten beim Vogelskelet gemachten Bemerkungen, besonders S. 597—598).

Die **Therapsiden** sind eine große Abteilung ausgestorbener Reptilien aus dem Perm und der Trias, die dadurch von besonderem Interesse sind, daß sie den Uebergang zu den Säugetieren vermitteln. Ebenso wie bei den Pelycosauriern, von denen die Therapsiden wahrscheinlich abzuleiten sind, ist das Schläfendach nur von einem Fenster durchbrochen, das unten von einem breiteren oder schmäleren Jochbogen begrenzt ist, was auch mit dem Verhalten der Säugetiere stimmt. In den Zehen ist dieselbe Gliederzahl wie bei den Säugetieren (2, 3, 3, 3, 3) und bei den Schildkröten [1]) vorhanden. Das Becken kann wie bei den Säugetieren nach hinten gerichtet sein und auch sonst an das Säugetier-Becken erinnern; der Schultergürtel ist dem der Cloakentiere ähnlich. Die Therapsiden zerfallen in mehrere Unterabteilungen, von denen die Cynodonten sich besonders eng an die Säugetiere anschließen; bei diesen sind zwei Gelenkhöcker am Hinterhaupt vorhanden; es ist das gleiche Gaumendach wie bei den Säugetieren entwickelt;

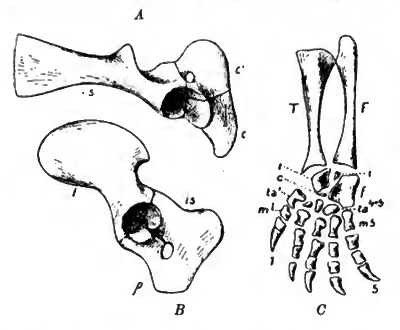


Fig 579. *Udenodon* (Therapside). *A* Schultergürtel (rechte Häfte), *c* hinteres, *c'* vorderes Coracoid, *s* Scapula. — *B* linke Beckenhälfte. *i* Hüftbein, *is* Sitz-, *p* Schambein. — *C* Hinterbein. *T* Tibia, *F* Fibula, *f* Fibulare, *t* Tibiale, *i* Intermedium, *c* Centrale, ta^1 Tarsale 1, ta^{4+5} Tarsale 4+5, m^1 und m^5 erster und fünfter Mittelfußknochen, *1* und *5* erste und fünfte Zehe. — Nach Broom.

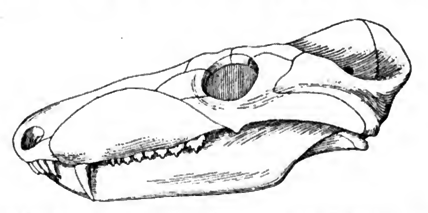


Fig. 580. Schädel eines Cynodonten, *Cynognathus*, von der Seite. — Nach Broom.

1) Die Schildkröten scheinen unter den jetzt lebenden Reptilien diejenigen zu sein, die den Therapsiden am nächsten stehen.

das Unterkiefer-Gelenk liegt teilweise auf dem Quadratbein, teilweise auf dem Schädel selbst (vergl. die Säugetiere); im Unterkiefer ist **ein** Knochen (Dentale) mehr oder weniger überwiegend ausgebildet; die Bezahnung (Vorder-, Eck-, Backenzähne) ist ganz säugetierartig. In den meisten dieser Punkte verhalten

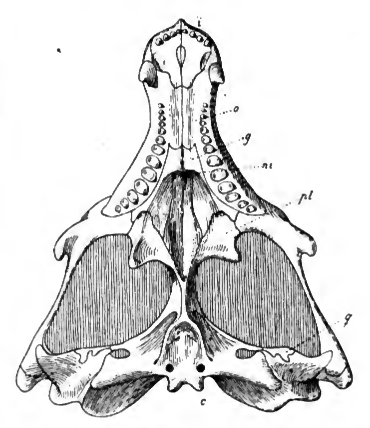


Fig. 581. Schädel eines Cynodonten, *Diademodon*, von der Unterseite. *c* Hinterhauptsgelenkhöcker. *g* Gaumenbein, *i* Zwischenkieferbein. *ni* hintere Nasenlöcher. *o* Oberkieferbein. *pt* Flügelbein. *q* Quadratbein. — Nach Broom.

die anderen Therapsiden-Gruppen sich mehr wie andere Reptilien (1 Gelenkhöker, kein Gaumendach, Unterkiefer wie bei den meisten Reptilien).

5. Klasse. **Aves, Vögel.**

Die hervorragendste Eigentümlichkeit in der allgemeinen äußeren Gestalt des Vogelkörpers liegt in der Ausbildung der Gliedmaßen, indem allein die hinteren zum Gehen oder Springen (zuweilen auch zum Schwimmen) und zum Astumfassen entwickelt sind, während die Vordergliedmaßen niemals Gehwerkzeuge, sondern Flugwerkzeuge sind. Der Körper wird gewöhnlich von den Hintergliedmaßen in einer halb aufrechten Stellung getragen; während des Ganges berühren nur die Zehen, nicht der sehr schlanke Mittelfuß (Lauf) den Boden. Der Hals ist von ansehnlicher Länge, sehr beweglich, der Rumpf kurz; der Schwanz ist bei allen jetzt lebenden Vögeln kurz, die großen, ihm angehefteten Steuerfedern[1]) geben ihm aber anscheinend eine größere Länge.

Die Haut ist fast in ihrer ganzen Ausdehnung mit Federn bedeckt, komplizierten, aus verhornten Epidermiszellen bestehenden Anhängen, die in ihrer ersten Anlage kleine Hautwarzen sind, die sich aber bald in sackförmige Vertiefungen der Haut, die späteren Federbälge, einsenken; aus der die Warze überkleidenden Epidermisschicht entwickelt sich die Feder. Die Federn erscheinen unter verschiedenen Formen. Die Deck- oder Konturfedern, d. h. die festeren Federn, die wenigstens mit ihrem distalen Teil an die Oberfläche treten und die äußeren Umrisse des Vogels bilden (im Gegensatz zu den darunter

1) Wenn in Beschreibungen von Vögeln von einem langen oder kurzen Schwanz die Rede ist, so bezieht sich das immer auf die Länge der Steuerfedern

liegenden Dunen), bestehen aus folgenden Teilen: Proximal findet sich eine kurze, zylindrische, hohle Spule, die in den Federbalg, eine mehr oder weniger tiefe Hauteinstülpung, eingesenkt ist. Die Spule setzt sich in den nach der Spitze zu dünner werdenden Schaft fort, der auswendig aus einer festeren Hornschicht, innerlich aus einer lockeren Hornmasse besteht. (Spule und Schaft bilden zusammen

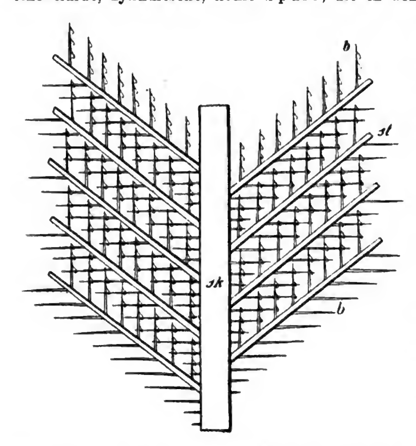
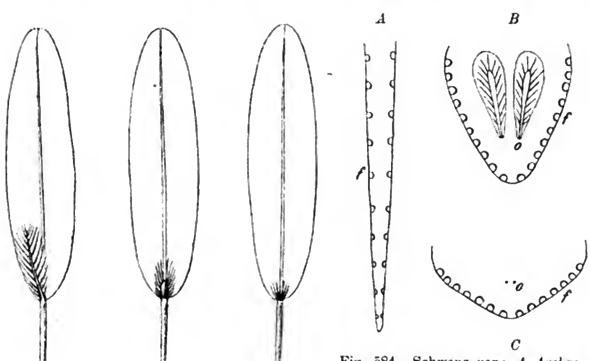


Fig. 582. Stückchen einer Feder, Schema. *sk* Schaft. *st* Ast. *b* Strahlen einer distalen Reihe mit Häkchen, *b'* Strahlen einer proximalen Reihe. — Orig.

den Kiel der Feder.) Vom Schaft entspringt nach jeder Seite eine Reihe von Aesten, die wieder mit je zwei Reihen von Strahlen versehen sind; die Aeste und den Schaft bezeichnen wir zusammen als die Fahne. Am distalen Abschnitt der Feder — dieser kann einen größeren oder kleineren Teil der Feder ausmachen — sind die Aeste steifer, zusammengedrückt (ihre Flächen denen der benachbarten Aeste zugewendet) und mit verhältnismäßig kurzen Strahlen versehen, von denen die der distalen Reihe sich quer über die Strahlen der proximalen des Nachbarastes legen. Ferner sind die Strahlen der distalen Reihe mit je einer Reihe feiner, haarartiger, mikroskopisch kleiner Anhänge versehen, von denen einige an der Spitze umgebogen sind und die Strahlen der proximalen Reihe des Nachbarastes umgreifen; durch diese Häkchen werden die Aeste zu einer zusammenhängenden Platte zusammengeheftet. Im proximalen Teil der Fahne sind die Aeste weicher und dünner, die Strahlen lang und weich, aber ohne Häkchen; dieser Teil der Fahne, der von anderen Federn überdeckt ist, hat somit einen weichen, lockeren, dunenartigen Charakter. An der Grenze von Spule und Schaft entspringt von der nach innen gekehrten Seite der Feder allgemein ein kleinerer, dünnerer Schaft, der Afterschaft, der eine doppelte Reihe weicher Aeste trägt; den Afterschaft mit seinen Aesten bezeichnen wir als die Nebenfahne. Dieser Teil ist zuweilen kräftig ausgebildet (z. B. bei Hühnervögeln, Fig. 583 *A*), gewöhnlich jedoch ziemlich schwach (*B*); sein Schaft ist manchmal rudimentär, so daß die Nebenfahne durch ein Büschel dicht nebeneinander entspringender Aeste vertreten ist (*C*). Von den Deck-

federn sind besonders *Schwung-* und *Steuerfedern* hervorzuheben, die kräftigsten, steifsten, meistens auch die längsten Federn am Körper; ihnen fehlt in der Regel eine Nebenfahne, und der dunen-



A B C

Fig. 583. Schemata verschiedener Federn, um die verschiedenartige Entwicklung der *Nebenfahne* zu erläutern; Hauptfahne nur im Umriß. — Orig.

Fig. 584. Schwanz von: *A Archaeopteryx*, *B* *Schwan*, *C* *Huhn*, von oben gesehen. Schemata, um die Anordnung der Steuerfedern zu zeigen. *f* Oeffnungen der Federbälge der Steuerfedern, *o* Oeffnungen der Bürzeldrüsen (in *B* sind letztere auch schematisch mit angedeutet). — Orig.

artige (proximale) Teil ist sehr klein oder fehlt; sie sitzen in sehr tiefen Federbälgen, die Schwungfedern in einer Reihe längs des Außenrandes des Unterarms und der Hand, die Steuerfedern am Schwanze.

Bei dem ausgestorbenen *Archaeopteryx* saßen die Steuerfedern in zwei *Längsreihen*, einer an jeder Seite des langen Schwanzes. Auch bei manchen jetztlebenden Vögeln sitzen sie in zwei deutlichen schrägen Längsreihen an dem stark verkürzten Schwanz; bei anderen verkürzt sich aber der Schwanz dermaßen, daß die beiden Längsreihen zu einer gebogenen *Querreihe* werden (Fig. 584).

Die *Dunen* (Flaumfedern), die im allgemeinen von den Deckfedern ganz überdeckt werden, unterscheiden sich von diesen dadurch, daß die *ganze* Fahne denselben Charakter hat wie dort der proximale Teil: sie besteht aus lauter weichen, oft sehr langen Aesten, die mit langen, hakenlosen Strahlen besetzt sind; dabei ist der Schaft dünn und schwach, oft sogar völlig rudimentär, so daß die Aeste dicht nebeneinander am distalen Ende der Spule entspringen. Eine *Nebenfahne* ist an den Dunen häufig vorhanden; sie ist nicht selten fast ebenso kräftig wie die Hauptfahne. Die Dunen sind meistens weißlich oder grau, während die Deckfedern sehr verschieden gefärbt sind. — Beide genannten Hauptformen von Federn gehen übrigens ganz allmählich ineinander über; es gibt Dunen, die sich durch einen kräftigeren Schaft etc. den Deckfedern nähern, und umgekehrt Deckfedern,

die so locker und weich sind oder einen so kleinen zusammengehakten Teil besitzen, daß sie am Uebergang zu den Dunen stehen.

Eine besondere Form von Dunen sind die sog. Fadenfedern, ganz schwache Federchen mit langem, dünnem, steifem Schaft, der erst gegen die Spitze hin eine geringe Anzahl von Aesten trägt; sie sind fast bei allen Vögeln vorhanden, entspringen immer dicht bei den Deckfedern.

Von eigentümlich entwickelten Federn sind beispielsweise folgende hervorzuheben: Die borstenartigen Federn, die bei manchen Vögeln an gewissen Teilen des Kopfes vorkommen; ihnen fehlen die Aeste, oder solche sind nur in geringerer Anzahl am Grunde des Schaftes vorhanden. Die Deckfedern bei den Straußenvögeln, an denen Häkchen gänzlich fehlen; bei den Casuaren und dem Emu sind dazu noch Haupt- und Nebenfahne von gleicher Länge und fast ganz gleich entwickelt. Die Schwanzfedern des Casuars, deren lange, steife Schäfte ganz astlos sind.

Die sog. Erstlingsdunen, die in größerer oder geringerer Ausdehnung an der Oberfläche der jungen Vögel in der ersten Zeit nach dem Verlassen des Eies vorhanden sind, sind schwache Dunen, die in einigen Fällen aus Spule, Schaft und Aesten bestehen (Fig. 585, 1—2), in anderen nur aus einer kurzen Spule und einem Büschel von Aesten (3). Sie hängen

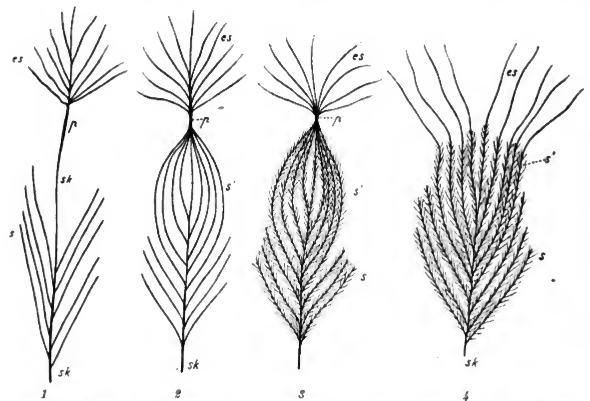


Fig. 585. Erstlingsdunen, *1—2* von einem Schwan, *3—4* von einer Taube, alle mit der Spitze der nachfolgenden Feder in Zusammenhang. *es* Aeste der Erstlingsdune (in *3—4* strahlenlos). *p* Spule derselben. *s* Aeste der Feder; *s'* distale Aeste, mit der Embryonaldune zusammenhängend. *sk* Federschaft. An *1* und *2* waren an allen Aesten Strahlen vorhanden (auch an *es*), sind aber fortgelassen. — Orig.

stets mit dem distalen Ende der nachfolgenden Federn zusammen, z. B. derart, daß die Spule der Erstlingsdune in die Spitze des Schaftes der Feder übergeht (1), oder aber mit mehreren distalen Aesten derselben zusammenhängt (2—3), in welchem letzteren Fall, wenn die Erstlingsdune nur aus Spule und Aesten besteht, die Spule sich beim Hervorsprießen

der Feder aufspalten kann, so daß die Aeste der Dune am Ende je eines Federastes hängen.

Die Deckfedern sind in der Regel nicht gleichmäßig über den ganzen Körper verteilt, sondern nehmen nur gewisse Gebiete desselben ein, die sogenannten Federfluren, die regelmäßig, bei verschiedenen Vogelformen mehr oder weniger verschieden, angeordnet sind; es findet sich z. B. eine Federflur längs der Rückenmitte, eine andere an der Außenseite des Schenkels etc. Die zwischenliegenden Partien, die Raine, tragen Dunen — die übrigens auch in den Fluren zwischen den Deckfedern vorkommen können — oder sind ganz federlos; die Raine sind von den Deckfedern der benachbarten Fluren überdeckt. — Eine fast gleichmäßige Verteilung der Deckfedern über den ganzen Körper findet man bei den Straußenvögeln (die ganz dunenlos sind, wenn man nicht etwa ihre sämtlichen Federn als Dunen bezeichnen will), bei den Pinguinen und einzelnen anderen.

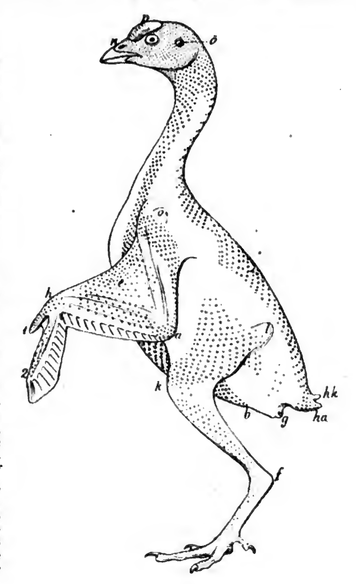


Fig. 586. Ein gerupftes Birkhuhn. Die Oeffnungen der Federsäcke sieht man als Pünktchen; die mit solchen besetzten Partien der Haut sind die Federfluren, die zwischenliegenden weißen Partien die Raine. *a* Ellenbogen, *b* Hinterrand des Brustbeins, *e* elastische Haut im Winkel zwischen Ober- und Unterarm, *f* Ferse, *g* After, *h* Handgelenk, *ha* Schwanz, *hk* Ausmündungsstelle der Bürzeldrüsen, *k* Knie, *l* oberes Ende des Femurs, *n* Nasenloch, *o* oberes Ende des Humerus, *ö* Ohröffnung, *p* nackte Hautstelle. *1* Daumen, *2* zweiter Finger. — Orig.

Die Vögel werfen in regelmäßigen Zwischenräumen, in der Regel einmal im Jahre, ihr ganzes Gefieder ab, und gleichzeitig wird es durch neugebildete Federn ersetzt; dieser Vorgang wird als Mauser bezeichnet und findet im allgemeinen bei nordischen Vögeln im Laufe einiger Wochen im Herbst statt. Außer dieser Herbstmauser wird öfter auch von einer Frühlingsmauser gesprochen. In der Tat wechseln auch manche Vögel im Frühling einige Federn, es kann also zu dieser Jahreszeit eine partielle (seltener eine vollständige) Mauser stattfinden; in manchen Fällen beruhen aber die Unterschiede, die zwischen dem Winter- und dem Sommerkleid der Vögel zu beobachten

sind, auf anderen Umständen. Bei einigen Vögeln werden im Frühling die besonders gefärbten Ränder vieler Federn abgestoßen, und das Aussehen des Federkleides kann schon dadurch wesentlich verändert werden; in anderen Fällen findet aber zu dieser Jahreszeit eine wirkliche Aenderung der Farben der Federn, eine Verfärbung derselben, statt, die zuweilen von sehr eingreifender Art sein kann, weiße Federn können z. B. braun werden. Diese Verfärbung ist um so merkwürdiger, als die Federn ausschließlich aus Hornstoff bestehen und somit einen toten Teil des Körpers darstellen; wir haben es hier demnach wahrscheinlich mit chemischen Veränderungen zu tun, die sich von einer Lebenstätigkeit unabhängig abspielen.

Die jungen Federn sind noch eine Zeitlang, nachdem sie ihre Spitze aus dem Federbalg hervorgestreckt haben, von einer dünnen, röhrenförmigen Hornhülle umgeben, welche die Aeste zusammenhält; diese Hülle schilfert allmählich ab. — Die sog. „Puderdunen", die bei einigen Vögeln, z. B. den Reihern, vorkommen, sind Federn, welche (ähnlich etwa wie die wurzellosen Zähne gewisser Säugetiere) fortwährend aus dem Federbalg nachwachsen, während gleichzeitig ihr freies Ende abgestoßen wird; der bei ihnen vorkommende Puder stammt von der zerfallenden Hornhülle her, die am proximalen Federende immer wieder nachwächst.

An die Bälge der größeren Federn heften sich kleine Muskeln, die z. B. die Steuerfedern fächerförmig ausbreiten, die gewöhnlichen Deckfedern aufrichten können etc.

Die Federn sind wahrscheinlich als modifizierte Reptilienschuppen aufzufassen, worauf ihre Anlage in Gestalt warzenförmiger Hauterhöhungen hindeutet. Außerdem besitzen aber die Vögel echte Schuppen von ganz ähnlicher Beschaffenheit wie diejenigen der Reptilien, aber bloß an den Hinterfüßen; diese Schuppen haben ziemlich verschiedene Formen: Höcker, Platten, Schindelschuppen. Eine eigentümliche, große, kegelförmige Schuppe ist der Sporn des Hahns (und anderer männlicher Hühnervögel), der innerlich mit einer am Mittelfuß festwachsenden Verknöcherung versehen ist; der Sporn ist auch bei der Henne vorhanden, hier aber gewöhnlich als eine einfache warzenförmige Schuppe. — Krallen sind an den Zehen der Hinterfüße vorhanden; sie sind bei Vögeln, welche sich meistens auf Bäumen aufhalten, lang, krumm und spitz, bei Erdvögeln kürzer und stumpfer. An der Kralle der dritten Zehe (Fig. 587) — der mittleren, längsten Vorderzehe — tritt bei der großen Mehrzahl der Vögel die scharfe Kante der Krallenplatte (vergl. S. 557) an der Innenseite der Zehe freier hervor als die der Außenseite; die ganze Kralle ist dazu asymmetrisch, die innere Hälfte stärker entwickelt als die äußere. Diese Ausbildung der Kralle steht in Beziehung zur Verwendung der genannten Kante als Putzwerkzeug. An den Vordergliedmaßen fehlen bei manchen Vögeln Krallen ganz; häufig ist aber eine kleine, oft rudimentäre Kralle am Daumen vorhanden, nicht ganz selten außerdem noch eine, in der Regel aber völlig rudimentäre Kralle am zweiten Finger (zuweilen ist letztere nur bei den Jungen vorhanden, fehlt später); beim afrikanischen Strauß sind beide Krallen ziemlich groß und wohlentwickelt. Bei allen jetztlebenden Vögeln fehlt eine Kralle am dritten Finger; dagegen waren bei dem ausgestorbenen *Archaeopteryx* wohlentwickelte, gebogene Krallen an allen drei Fingern vorhanden, was aus der Form des letzten Fingergliedes mit Sicherheit zu erkennen ist

(Fig. 609). — Die Kieferränder und die diesen zunächst liegenden Teile des Kopfes, der Schnabel, sind gewöhnlich von einer dicken, festen Hornmasse, oft mit scharfen Rändern, bedeckt; seltener ist diese ganz oder teilweise durch eine dünnere, weichere Hornschicht ersetzt. — Eine Häutung wie bei manchen Reptilien findet bei den Vögeln nicht statt, die Hornschicht schilfert in kleineren Partien ab.

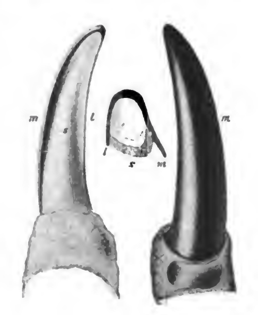


Fig. 587. In der Mitte; Querschnitt der Mittelkralle einer Dohle. Links und rechts: Mittelkralle eines Raben von unten und von oben. *m* innere, *l* äußere Kante der Krallenplatte, *s* Krallensohle. Alle Figuren vergr. — Orig.

Die Vögel besitzen in der Regel nur ein Paar Hautdrüsen, nämlich die großen rundlichen Bürzeldrüsen, die ihren Sitz an der Oberseite des kurzen Schwanzes haben; sie liegen nahe beisammen, und ihre Oeffnungen finden sich dicht nebeneinander, gewöhnlich auf einem kleinen Fortsatz. Jede Drüse besteht aus zahlreichen zusammengesetzten schlauchförmigen Drüsen, die in einen geräumigen Hohlraum in der Mitte der Drüse einmünden, der sich in den Ausführungsgang fortsetzt [1]). Die Bürzeldrüsen sondern eine ölartige Masse ab, mit der die Vögel mittels des Schnabels ihre Federn einschmieren; sie sind am größten bei Vögeln, die häufig ins Wasser gehen [2]).

Das Skelet. Die Wirbelsäule zerfällt in dieselben Abschnitte wie bei den Reptilien. Die Halswirbel sind zahlreich (bis zu einigen zwanzig), sehr beweglich miteinander verbunden. Der erste und zweite Wirbel sind ebenso wie bei den Reptilien als Atlas und Epistropheus entwickelt (Wirbelkörper des Atlas mit dem des Epistropheus verwachsen). Im übrigen sind die Halswirbelkörper durch sattelförmige Gelenkflächen verbunden (die vordere Gelenkfläche jedes Wirbels ist von rechts nach links konkav, von oben nach unten [d. h. in dorsoventraler Richtung] konvex, die hintere umgekehrt in transversaler Richtung konvex etc.); bei *Archaeopteryx* und einigen der Zahnvögel (*Ichthyornis*) waren die Endflächen der Wirbelkörper plan oder vorn und hinten schwach konkav. Ueber die Halsrippen s. unten. Die Brustwirbel sind im Gegensatz zu den Halswirbeln in ziemlich geringer Zahl vorhanden und wenig beweglich, zuweilen sogar miteinander verwachsen; die Gelenkflächen der Wirbelkörper sind in der Regel denen der Halswirbel ähnlich. Der hinterste oder die zwei bis drei hintersten Brustwirbel, die Lendenwirbel, die Sacralwirbel und einige Schwanzwirbel sind sämtlich zu einem großen Knochen verwachsen, an welchen sich das Becken heftet. Eine als selbständiger Abschnitt hervortretende Lendenwirbelpartie fehlt somit

1) Seltener fehlt der Hohlraum und damit auch der Ausführungsgang, und die zusammengesetzten tubulösen Drüsen münden jede für sich auf dem die Bürzeldrüse überdeckenden Hautfeld.

2) Fehlen bei den Straußenvögeln (mit Ausnahme von Apteryx), bei einigen Papageien und einzelnen anderen.

bei den Vögeln; das Becken folgt unmittelbar auf die rippentragende Partie der Wirbelsäule. Die Körper der **Schwanzwirbel** sind an beiden Endflächen einfach abgeplattet und durch bindegewebige Scheiben

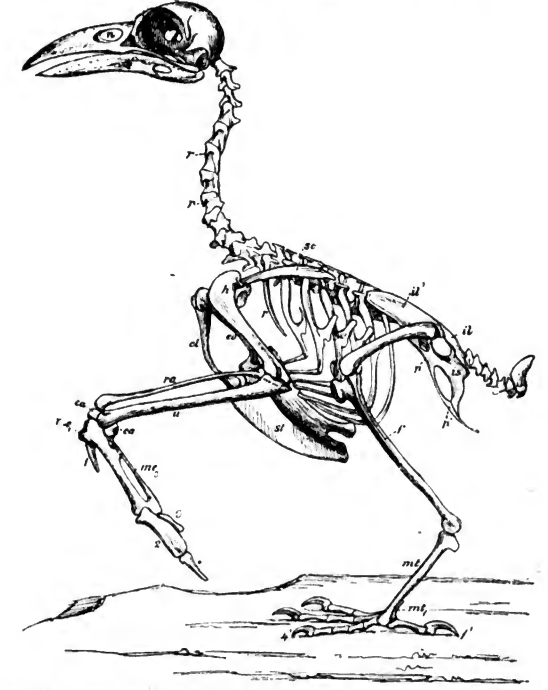


Fig. 588. Skelet eines **Raben**. *1, 2, 3* erster bis dritter Finger, *1'* und *4'* erste und vierte Zehe, *ca* Handwurzel, *cl* Schlüsselbein, *co* Coracoid (größtenteils von *h* verdeckt), *f* Fibula. *h* Humerus, *il* Darmbein, *il'* dessen vordere Partie, *is* Sitzbein, mc_1 und mc_3 erster und dritter Mittelhandknochen, *mt* großer Mittelfußknochen (aus den verwachsenen Mittelfußknochen Nr. 2—4 bestehend), mt_1 erster Mittelfußknochen. *n* Nasenloch, *p—p'* Schambein, *r* Halsrippen, *ra* Radius, *s* letzter Schwanzwirbel, *sc* Schulterblatt, *st* Brustbein, *u* Ulna. — Orig.

verbunden. Die Zahl der freien (d. h. nicht mit den Beckenwirbeln verwachsenen) Schwanzwirbel ist bei allen jetztlebenden Vögeln gering, gewöhnlich scheinbar 6—8, von denen der hinterste jedoch in

Wirklichkeit kein einfacher Wirbel, sondern durch Verschmelzung einer Reihe kurzer Wirbel entstanden ist, die beim jungen Vogel noch deutlich gesondert sind; dieser hinterste Wirbel ist gewöhnlich ein hoher, zusammengedrückter Knochen. Im übrigen sind die Schwanzwirbel wie der ganze Abschnitt kurz; nur bei dem ausgestorbenen *Archaeopteryx* (Fig. 609) war ein langer, dünner, aus zahlreichen, zum Teil langgestreckten Wirbeln zusammengesetzter Schwanz vorhanden. — An den Halswirbeln finden sich kurze Rippen, die ebenso wie die der Brust oben, wo sie sich an die Wirbel ansetzen, in je zwei kurze Aeste gespalten sind; die Halsrippen sind bei den erwachsenen Vögeln mit den Wirbeln verschmolzen, bei jungen Individuen dagegen selbständige Knochen. An den hinteren Halswirbeln werden sie allmählich länger und bleiben hier das ganze Leben hindurch gesondert; diese Rippen bilden den Uebergang zu den Rippen der Brustwirbel[1]), die bei den Vögeln aus je zwei knöchernen, unter einem Winkel miteinander verbundenen Stücken bestehen, von denen das untere sich an den Rand des Brustbeins heftet; vom Hinterrande des oberen Rippenstückes entspringt ein schräger Fortsatz (*Processus uncinatus*), eine schmale Knochenplatte, die sich über die folgende Rippe hinlegt; beim jungen Vogel ist er ein besonderer Knochen. — Das Brustbein ist vollständig verknöchert, stellt einen sehr großen, breiten Knochen dar, der den größten Teil (oder wenigstens einen großen Teil) der Unterseite des Rumpfes bedeckt; er ist fast immer mit einem großen, vorspringenden Mittelkamm oder Kiel versehen, der einem Teil der Flügelmuskeln zum Ursprung dient und nur bei gewissen mit rudimentären Flügeln versehenen Vögeln (namentlich bei den Straußenvögeln) fehlt, bei denen auch das Brustbein selbst von geringerem Umfang als gewöhnlich ist; oft finden sich hinten im Brustbein symmetrische Löcher oder Einschnitte, die von bindegewebigen Häuten ausgefüllt sind. Ein Episternum fehlt.

Der Schädel (Fig. 589—91) zeigt eine große Uebereinstimmung mit dem der Reptilien; unter den jetztlebenden Reptilien ist es besonders Sphenodon, mit dessen Schädel (Fig. 553 u. 555) derjenige der Vögel Aehnlichkeit darbietet; er besitzt nur einen Gelenkhöcker am Hinterhaupte, ein ähnliches Quadratbein und ein ähnliches Verhältnis der Gaumen- und Flügelbeine wie Sphenodon; derjenige Teil des Schädels, der zwischen den großen Augen liegt, ist zu einer senkrechten Knochenplatte, der Interorbitalplatte, in der häutige Stellen vorhanden sein können, zusammengedrückt. Von dem Schläfendach ist sehr wenig übrig geblieben, fast nur der untere Schläfenbogen; sogar der Knochenbogen hinter dem Auge ist unterbrochen, so daß die untere Begrenzung der Augenhöhle eine unmittelbare Fortsetzung des unteren Schläfenbogens bildet; es ist ein dünner Knochenbalken. Charakteristisch für die Vögel ist die starke Entwicklung der Zwischenkieferbeine, die sehr früh zu einem unpaaren Knochen verschmelzen; sie bilden oft den ganzen Rand des Oberschnabels und senden außerdem einen langen Ast zwischen die äußeren Nasenlöcher, fast bis an die Stirnbeine, hinauf; die Oberkieferbeine sind dagegen verhältnismäßig klein und liegen einwärts vom hintersten Teil der Zwischenkieferbeine. Von dem unteren Ende des großen, sehr beweg-

1) Gewöhnlich nennt man den ersten Wirbel, dessen Rippe sich an das Brustbein heftet, den ersten Brustwirbel; der Uebergang von den Hals- zu den Brustwirbeln ist aber tatsächlich ein ganz allmählicher und diese Grenze eine künstliche.

lichen Quadratbeins geht eine hinten von dem Flügel-, vorn von dem Gaumenbein gebildete Knochenbrücke zum Oberschnabel (Ober- und Zwischenkieferbein); an der Stelle, wo Flügel- und Gaumenbein, die beide gestreckte Knochen sind, aneinanderstoßen, gleiten sie bei den meisten Vögeln an dem verdickten unteren Rand der obengenannten Interorbitalplatte. Von dem unteren Ende des Quadratbeins geht weiter der oben genannte untere Schläfenbogen und dessen

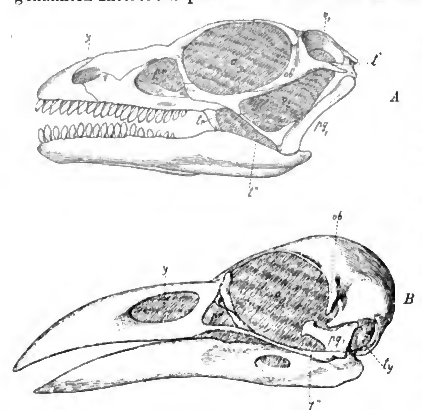


Fig. 589. *A.* Schädel eines Dinosauriers (*Anchisaurus colurus*) von der Seite. Nach Marsh. — *B.* Dasselbe von einem Raben. Orig. — *o* Augenhöhle (mit einer Masse gefüllt). *ob* hintere Begrenzung derselben (Vorderrand des Schläfendaches). *pq*, Quadratbein. *pr* Lücke in der Schädelwand vor der Augenhöhle (Präorbitallücke). *t'* oberer, *t''* unterer Schläfenbogen. *tr* Transversum. *ty* Trommelfell. *v*,, *v*, oberes und unteres Fenster des Schläfendaches. *y* Nasenloch.

vordere Fortsetzung zum Oberschnabel, außen von der Gaumenpartie. Der Oberschnabel ist hinten oben mittels einer dünnen elastischen Knochenplatte mit dem übrigen Schädel verbunden[1]), und da der unterhalb dieser Stelle liegende Teil der Nasenscheidewand häutig ist, so sind die Vögel imstande, ihren Oberschnabel auf und ab zu bewegen; die Bewegung nach oben findet statt, indem das untere Ende des Quadratbeins nach vorn bewegt wird, wobei die beiden obenerwähnten Knochenbrücken (Palatoquadratum und unterer Schläfenbogen) nach vorn geschoben werden und gegen den unteren hinteren Teil des Oberschnabels drücken, dessen Spitze dadurch nach oben bewegt wird. Diese Bewegung des Quadratbeins geschieht hauptsächlich durch einen Druck des mit ihm verbundenen Unterkiefers, wenn letzterer (durch Muskeln, die vom Hinterhaupt an das hintere Ende des Unterkiefers gehen) sich senkt, d. h. wenn der Mund sich öffnet. — Die meisten Nähte des Schädels verschwinden früh, schon beim jungen Tier, indem die Knochen miteinander verwachsen. Die Schädelhöhle ist bei den Vögeln im Vergleich mit derjenigen der meisten Reptilien sehr geräumig.

Der Schädel ist ungefähr aus den gleichen Knochen zusammengesetzt wie bei den Reptilien (Prae- und Postfrontale, Transversum und Colu-

1) Bei den Papageien und anderen, die einen besonders beweglichen Oberschnabel besitzen, ist diese Knochenmasse sogar durch einen schmalen Streifen straffen Bindegewebes der Quere nach unterbrochen.

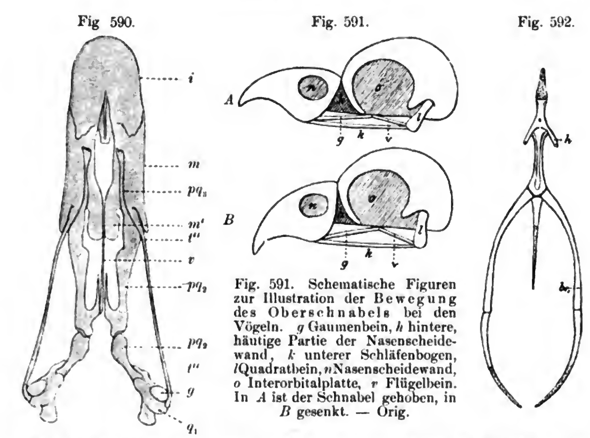


Fig. 591. Schematische Figuren zur Illustration der Bewegung des Oberschnabels bei den Vögeln. *g* Gaumenbein, *h* hintere, häutige Partie der Nasenscheidewand, *k* unterer Schläfenbogen, *l* Quadratbein, *n* Nasenscheidewand, *o* Interorbitalplatte, *v* Flügelbein. In *A* ist der Schnabel gehoben, in *B* gesenkt. — Orig.

Fig. 590. Kopfskelet eines jungen Schwans von unten gesehen, mit Fortlassung des Unterkiefers und des eigentlichen Schädels. *q* Kiefergelenk, *i* Zwischenkiefer, *m* Oberkiefer, *m'* nach innen gerichteter Fortsatz desselben, pq_{1-3} Quadratbein, Flügelbein, Gaumenbein, *t''* unterer Schläfenbogen und dessen Fortsetzung unterhalb der Augenhöhle, *v* Vomer. — Orig.

Fig. 592. Zungenbein eines Huhns. *br* erster Kiemenbogen, *h* Zungenbeinbogen. — Nach W. K. Parker.

mellare fehlen jedoch immer). Der Vomer ist unpaar, von verschiedener Form, bald zusammengedrückt, bald ziemlich breit etc.; er liegt unterhalb der hinteren Partie der Nasenscheidewand und hängt hinten mit den Gaumenbeinen zusammen, ebenso wie er auch an den Bewegungen der letzteren teil nimmt. Der Unterkiefer besteht aus mehreren Knochen auf jeder Seite, von denen der vorderste (Dentale) bei den jetztlebenden Vögeln sehr früh mit dem der anderen Seite verwächst; bei den ausgestorbenen Zahnvögeln (*Odontornithes*) waren sie dagegen getrennt. Der Meckel'sche Knorpel ist beim erwachsenen Vogel in der Regel verschwunden.

Das Zungenbein (Fig. 592) besteht aus einer unpaarigen, teilweise verknöcherten Mittelpartie (Copulae), an welche sich ein Paar sehr kurzer (zuweilen fehlender), den Zungenbeinbogen entsprechender vorderer Hörner und ein Paar langer, hinterer Hörner, das 1. Kiemenbogenpaar, ansetzen; die Mittelpartie zerfällt meistens in zwei bis drei hintereinander liegende Stücke. Keins der Zungenbeinhörner tritt mit dem Schädel in nähere Verbindung; die hinteren Hörner biegen sich um den hinteren Teil des Schädels herum, beim Grünspecht (dessen Zunge besonders weit vorstreckbar ist) erstrecken deren umgebogene Enden sich sogar bis in einen Kanal im Oberschnabel.

Schulterblatt und Coracoid verhalten sich ähnlich wie bei den Crocodilen; das Coracoid hat gewöhnlich eine ähnliche Form wie bei diesen, nur ist es noch getreckter, sehr kräftig; es ist in gewöhnlicher Weise am Vorderende des Brustbeins eingelenkt. Das Schulterblatt ist gestreckt, säbelförmig, ganz verknöchert, gewöhnlich unter einem spitzeren Winkel als bei den Crocodilen mit dem Coracoid verbunden. Bei den Straußenvögeln und einigen Zahnvögeln, die

Fig. 593.



Fig. 594.

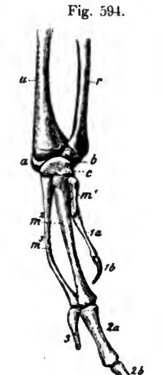


Fig. 593. Brustbein und Schultergürtel des Raben von der linken Seite gesehen. *cl* Schlüsselbein, *co* Coracoid, *sc* Schulterblatt, *st* Brustbein. — Orig.

Fig. 594. Hand eines jungen Straußes (*Struthio*). *a*, *b* selbständig bleibende Handwurzelknochen, *c* Handwurzelknochen der distalen Reihe (schon miteinander verwachsen, verschmelzen später mit der Mittelhand), m^1, m^2, m^3 erster bis dritter Mittelhandknochen (noch getrennt), *r* Radius, *u* Ulna, *1a* und *1b* die Glieder des Daumens, *2a*–*2c* zweiter Finger, *3* dritter Finger. — Orig.

ebenso wie diese nicht fliegen konnten, liegen beide Knochen mehr einer in der Verlängerung des anderen und verschmelzen mit dem Alter; das Coracoid ist bei solchen kürzer und breiter. Die Schlüsselbeine sind zwei lange, dünne Knochen, die bei den allermeisten Vögeln an ihrem unteren Ende, wo sie durch ein Band an das Vorderende des Brustbeinkammes geheftet sind, miteinander verwachsen (Gabelbein, *Furcula*); mit dem anderen Ende sind sie am oberen Ende des Coracoids befestigt, während sie im übrigen durch einen größeren Zwischenraum von diesem getrennt sind. Bei den Straußenvögeln und einzelnen anderen sind sie rudimentär oder fehlen. — Die Vordergliedmaßen sind gewöhnlich von ansehnlicher Länge. Die Ulna ist weit kräftiger als der Radius; die Handwurzel besteht beim erwachsenen Vogel nur aus zwei gesonderten Knochen [1]. Die Hand (Fig. 594) ist sehr schlank und besteht nie aus mehr als drei Fingern mit zugehörigen Mittelhandknochen; von den fünf Fingern der Reptilien fehlen hier Nr. 4 und 5. Von den drei Mittelhandknochen ist Nr. 1 kurz, die beiden anderen weit länger; alle drei sind

1) Der eine derselben ist das Radiale, der andere entspricht dem Ulnare + Intermedium. Die Handwurzelknochen der distalen Reihe sind durch ein paar Knochen repräsentiert, die mit dem Mittelhandknochen verschmelzen.

beim ausgebildeten Vogel miteinander verwachsen, Nr. 2 und 3 jedoch nur an den beiden Enden, nicht in der ganzen Länge; nur bei Archaeopteryx waren sie getrennt. Der Daumen ist ein- oder zweigliedrig, Nr. 2 zwei- oder dreigliedrig, Nr. 3 eingliedrig (selten zweigliedrig); nur bei Archaeopteryx besaß Nr. 3 drei oder vielleicht vier Glieder. Bei den mit Flugvermögen ausgestatteten Vögeln liegt der Oberarm in der Ruhe längs des Rumpfes mit dem Ellbogenende nach hinten; der Unterarm ist nach vorn gerichtet und liegt längs des Oberarmes, die Ulna nach außen, und die Hand ist im Handgelenk derart gebogen, daß sie längs und außerhalb des Unterarmes liegt, mit der Spitze nach hinten, dem inneren Rand (mit dem Daumen) nach außen.

Das Becken (Fig. 595) schließt sich eng an das der Dinosaurier an, bietet eine weitere Entwicklung des letzteren dar (vergl. S. 582). Das Darmbein ist eine langgestreckte Platte, die mit einer langen Reihe von Wirbeln (vergl. S. 591) verbunden ist; an seinem unteren Rand findet sich die Gelenkpfanne, und in dieser verbindet es sich mit den beiden anderen Beckenknochen, die ebenfalls je einen Teil der Gelenkpfanne bilden; alle drei sind hier beim ausgebildeten Tier miteinander verwachsen. Das Sitzbein ist ein kräftiger Knochen, der nach hinten, dem hinteren Teil des Darmbeins ungefähr parallel, gerichtet ist; bei den meisten Vögeln wächst der

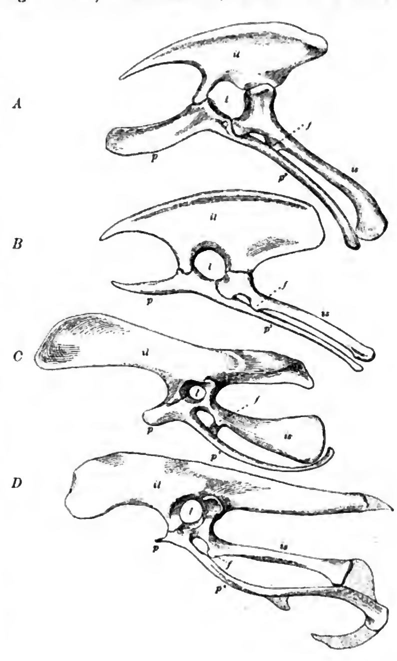


Fig. 595. Linke Hälfte des Beckens von zwei Dinosauriern (*A Camptosaurus dispar*, *B Laosaurus consors*) und von zwei jungen Vögeln (*C* einem Tinamu, *Notoprocta ornata*, *D Struthio*). Die knorpeligen Teile in *D* punktiert. In *C* geht ein bindegewebiges Bändchen von *f* zum *p'*. *f* Fortsatz vom *is*, *il* Darmbein, *is* Sitzbein, *l* Gelenkpfanne mit großem Loch, *p* Schambein, *p'* hinterer Fortsatz desselben. — *A* u. *B* nach Marsh, *C* u. *D* Orig.

hintere Teil des Sitzbeins mit dem Alter am Hüftbein fest, während es bei Archaeopteryx, den Zahnvögeln, den Tinamus und den Straußenvögeln sich entweder frei erhält oder nur ganz hinten mit dem Darmbein verwächst. Der merkwürdigste Abschnitt des Vogelbeckens ist jedoch das Schambein. Wie vorhin erwähnt, besitzt das Schambein bei einer Abteilung der Dinosaurier eine sehr eigenartige Form, indem von seiner Basis ein langer, nach hinten gerichteter Fortsatz entspringt (*p'* Fig. 595 *A—B*): bei einigen von ihnen ist der Hauptteil des Schambeins (*p*)

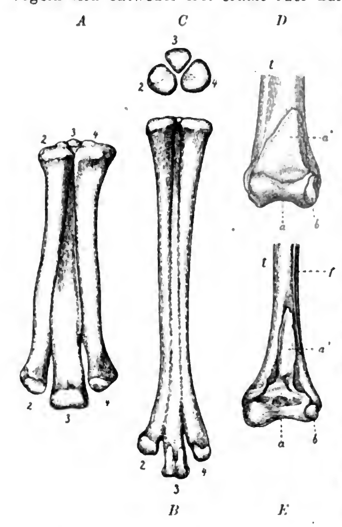


Fig. 596. *A* Mittelfuß von einem Dinosaurier, *Ornithomimus*, *B* von einem Puter-Küchlein; *C* oberes Ende von *B* von oben. Man sieht wie die drei Knochen ganz in derselben Weise bei den zwei Tieren liegen, Nr. 3 oben hinter den anderen usw. *D* unteres Ende der Tibia und der proximale Abschnitt der Fußwurzel von *Ornithomimus*, *E* dasselbe von einem jungen Strauß. Man bemerke die Aehnlichkeit von *D* und *E*. — *a* und *b* zwei Verknöcherungen im proximalen Fußwurzel-Abschnitt, *a'* aufsteigender Fortsatz von *a*, *f* Fibula, *t* Tibia, *2*, *3*, *4* die drei Mittelfußknochen Nr. 2, 3 und 4.

etwas rückgebildet (*B*). Bei den Tinamus (*C*) und den Straußenvögeln (*D*) ist das Schambein ganz ähnlich, nur ist *p* noch mehr rückgebildet; und bei den meisten Vögeln fehlt er ganz [1]), so daß das Schambein nur noch aus *p'* besteht. Das Becken der Vögel ist fast immer unten ganz offen, indem weder Sitz- noch Schambein sich unten mit denen der anderen Seite in einer Symphyse verbinden. — Hintergliedmaßen. Das Femur ist ein verhältnismäßig kurzer Knochen; die Fibula ist dünn, unten (mit Ausnahme von Archaeopteryx) unvollständig, zugespitzt; die Tibia ist ein langer, kräftiger Knochen, welcher an seiner Vorderseite oben mit einem stark entwickelten Kamm versehen ist (ein ähnlicher ist auch bei den Dinosauriern vorhanden, während er bei anderen Reptilien sehr schwach ist). Gewöhnlich ist eine knöcherne Kniescheibe vorhanden. Von Interesse sind die Verhältnisse der Fußwurzel (Fig. 597 *B*). Ebenso wie bei den Reptilien zerfällt sie in einen oberen und einen unteren Abschnitt, zwischen denen sich ein sehr bewegliches Gelenk befindet; die Fuß-

1) Es kann allerdings, z. B. bei den Hühnervögeln, ein kurzer Fortsatz ungefähr an derselben Stelle vorkommen; dieser Fortsatz entspringt aber vom Hüftbein und kann somit nicht ohne weiteres jenem gleichgestellt werden.

wurzelknochen des oberen Abschnitts sind aber nur beim jungen Vogel von der Tibia gesondert, beim erwachsenen ohne Grenze mit letzterer verwachsen, und ebenso verschmilzt der untere Abschnitt mit dem Mittelfuß, so daß beim erwachsenen Vogel scheinbar gar keine Fußwurzel vorhanden ist. Der F u ß besteht niemals aus mehr als vier Zehen, indem Nr. 5 mit zugehörigem Mittelfußbein immer

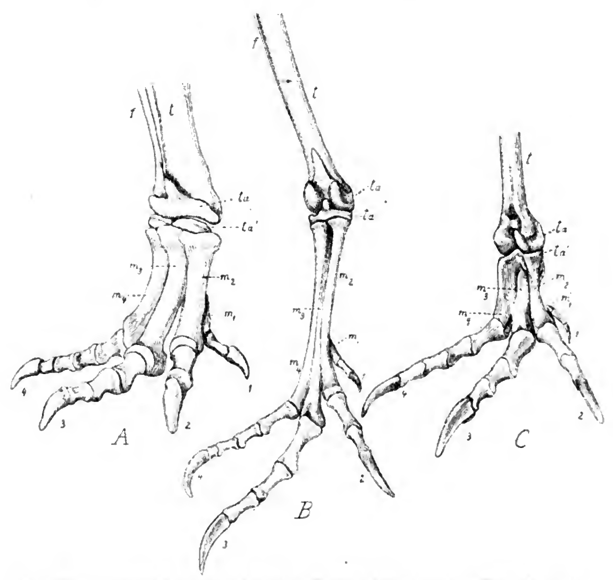


Fig. 597. *A*. Hinterfuß und unteres Ende des Unterschenkels von einem D i n o s a u r i e r (Allosaurus). *B*. Dasselbe von einem jungen T i n a m u. *C*. Dasselbe von einem (alten) P i n g u i n (durch Verkürzung des Mittelfußes ausgezeichnet). — *f* Fibula, m_1 erstes Metacarpale, bei allen drei verkürzt, m_{2-4} die übrigen Mittelfußknochen, *t* Tibia, *ta* oberer Abschnitt der Fußwurzel, in *C* mit der Tibia verschmolzen, *ta'* unterer Abschnitt der Fußwurzel, in *C* mit dem Mittelfuß verschmolzen, *1—4* die vier Zehen. — *A* nach Osborn, *B—C* Orig.

spurlos fehlt. Die Mittelfußknochen Nr. 2, 3 und 4 sind lang und nur beim Embryo getrennt, später fast bis an die Zehen zu einem langgestreckten, schmalen Knochen (dem „Lauf") verschmolzen (mit welchem, wie oben erwähnt, auch der distale Teil der Fußwurzel verschmilzt); dagegen ist der Mittelfußknochen Nr. 1 getrennt, aber weit kürzer als die anderen und am distalen Ende dieser festgeheftet

(was auch bei einigen Dinosauriern der Fall war, Fig. 597 *A*). Der Daumen, der in der Regel nach hinten gerichtet ist, besteht aus zwei, Nr. 2 aus drei, Nr. 3 aus vier, Nr. 4 aus fünf Gliedern (in der Regel) — alles wie bei den Sauriern und Dinosauriern. Von den nach vorn gerichteten Zehen ist die mittlere (Nr. 3) in der Regel die längste; die Hinterzehe kann groß, aber auch manchmal rudimentär sein oder fehlen.

Das Gehirn (Fig. 598) ist im Vergleich mit dem der Reptilien bei den Vögeln groß. Die Hemisphären sind von ansehnlicher Größe und sehr breit, was namentlich auf der starken Entwicklung der Stammganglien beruht, die sich an der lateralen Wand der Hemisphäre hinauf erstrecken; das Pallium ist dagegen noch immer ziemlich dünn. Das Hinterhirn ist ebenfalls groß, sein mittlerer Teil, der in die Länge gestreckt und mit tiefen Querfurchen versehen ist, überdeckt nicht allein das Nachhirn, sondern legt sich in die breite und tiefe Rinne zwischen den beiden Lobi optici hinein, so daß es den Anschein hat, als wären letztere durch das Hinterhirn seitlich auseinandergepreßt. Diejenigen unter den jetztlebenden Reptilien, die den Vögeln in bezug auf die Entwicklung des Gehirns am nächsten stehen, sind die Crocodile.

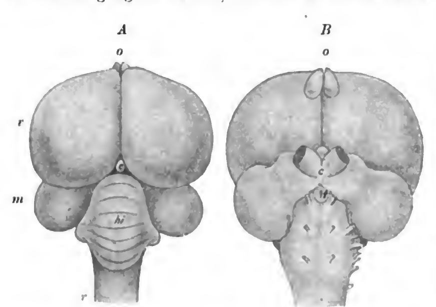


Fig. 598. Gehirn einer Taube von oben (*A*) und von unten (*B*). *c* Chiasma, *e* Zirbel, *hi* Hinterhirn, *m* Mittelhirn, *o* Riechkolben (vorderes Ende fortgelassen), *r* Rückenmark, *t* Trichter, *v* Vorderhirn. — Nach Jeffery Parker.

Das Geruchsorgan schließt sich eng an das der Saurier an; die äußeren Nasenlöcher sitzen wegen der Länge des Zwischenkiefers in der Regel etwas von der Schnabelspitze entfernt oder sogar an der Basis des Schnabels; die inneren Nasenlöcher münden ziemlich weit vorn im Munde. An der äußeren Wand der Nasenhöhle findet sich eine stark vorspringende, oft spiralig aufgerollte, innerlich von einer Knorpelplatte gestützte Falte (die sogenannte mittlere Nasenmuschel), die der früher erwähnten Nasenmuschel der Reptilien entspricht; außerdem finden sich zwei andere mehr oder weniger entwickelte Falten (vordere oder obere Nasenmuschel[1])). — Das Auge (Fig. 599) und seine Nebenapparate schließen sich ebenfalls an die der Reptilien an. Der Augapfel hat eine sehr bedeutende Größe. Der vordere Teil der

1) In die Nasenhöhle mündet der Ausführungsgang einer großen Nasendrüse, die gewöhnlich an der Oberseite des Stirnbeins liegt (bei Möwen und anderen in einer länglichen Vertiefung längs des Augenhöhlenrandes); dieselbe Drüse findet sich auch bei manchen Reptilien, hat dort aber ihren Sitz an anderen Stellen des Kopfes.

Sclera, in dem ein Kranz von Knochenplatten (Scleroticalring) sich befindet, hat die Form eines kürzeren oder längeren abgestutzten Kegels, die fehlende Spitze des Kegels wird durch die oft stark gewölbte Cornea vertreten, seine Basis von der hinteren, gewölbten Partie der Sclera geschlossen; wenn der Kegel hoch und seine Wand, wie es zuweilen z. B. bei den Eulen (Fig. 599 *B*) der Fall ist, etwas nach innen gebogen ist, so entfernt die Form des Augapfels sich natürlich sehr von der gewöhnlichen Kugelform, während sie in anderen Fällen von dieser wenig abweicht. An der Hinterwand des Augapfels entspringt von der Retina an der Eintrittsstelle des Seh-

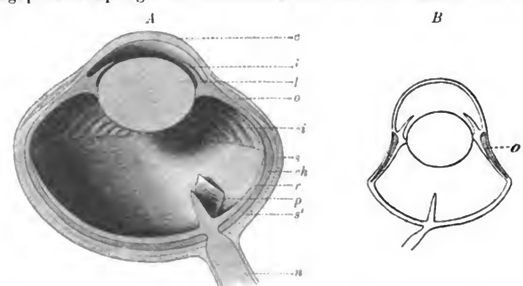


Fig. 599. *A* Auge eines Vogels, durchschnitten, schematisiert. *c* Cornea, *ch* Chorioidea, *ci* Corpus ciliare, *i* Iris, *l* Linse, *n* Sehnerv, *o* durchschnittenes Knochenplättchen, *p* Kamm, *r* Retina; *s* äußerer, bindegewebiger, *s'* innerer knorpeliger Teil der Sclera. — *B* Schnitt durch das Auge einer Eule, um seine eigentümliche Form zu zeigen. — Orig.

nerven ein stark entwickelter, häutiger, gefalteter pigmentierter Fortsatz, der Kamm (*Pecten*), der frei in den Glaskörper hineinragt. Von den beiden Augenlidern ist das untere weit größer und beweglicher als das obere (wie bei den Reptilien); es ist eine wohlentwickelte Nickhaut vorhanden, die durch einen besonderen Muskel vor das Auge hingezogen wird. Am vorderen Augenwinkel mündet eine große Harder'sche Drüse, am hinteren eine kleine Tränendrüse. — Gehörorgan. Das häutige Labyrinth schließt sich, namentlich was die Ausbildung der Lagena betrifft, eng an das der Crocodile an. Das Trommelfell, dessen Rand an dem Hinterrand des Quadratbeines geheftet ist, liegt (vergl die Reptilien) am Boden eines kurzen äußeren Gehörganges, dessen Oeffnung von regelmäßig geordneten Federn überdeckt ist. In der Paukenhöhle findet sich das gleiche Gehörknöchelchen wie bei den Reptilien; es besteht aus einem langen Stiel mit einer Platte am Ende, die das ovale Fenster schließt; mit dem anderen Ende, das mit zwei bis drei knorpeligen Fortsätzen versehen ist, heftet es sich an das Trommelfell. Ein rundes Fenster ist vorhanden. Die Ohrtrompeten, die teilweise in die Schädelwand (Keilbein) eingeschlossen sind, vereinigen sich schließlich miteinander und münden mit einer unpaarigen Oeffnung in die Mundhöhle.

Darmkanal. Zähne fehlen[1]) bei allen jetzt lebenden Vögeln spurlos, waren aber bei Archaeopteryx und den Zahnvögeln in den Kieferrändern vorhanden; die Zähne dieser ausgestorbenen Formen sind einfach kegelförmig und sitzen ebenso wie bei den Crocodilen in Zahnhöhlen. — Die Kiefer sind mehr weniger verlängert und bilden zusammen den gewöhnlich mit einer festen Hornlage umkleideten Schnabel, der meist als eine Pinzette wirkt, übrigens aber bekanntlich allerlei Formen und Funktionen haben kann; ein Kaugeschäft kann er aber nicht ausführen, höchstens eine Samenschale knacken oder Fleisch zerreißen etc. — Die Decke der Mundhöhle ist gewöhnlich mit nach hinten gerichteten stachelartigen Warzen versehen. — Die Zunge der meisten Vögel ist abgeplattet, schmal, steif und hart und mit einer dicken, festen Hornschicht bekleidet, die besonders am vorderen, gewöhnlich zugespitzten Ende stark entwickelt ist; seltener ist sie dick und weich, so bei den Papageien und beim Flamingo: nicht selten ist sie warzig oder stachelig. — Die Speiseröhre ist, entsprechend der Länge des Halses, von ansehnlicher Länge und ziemlich weit. Bei manchen (keineswegs aber bei allen) Vögeln ist sie unten am Halse zu einem Kropf erweitert, der bei einigen in Form einer einfachen, nicht scharf begrenzten Erweiterung der Speiseröhre auftritt, während er bei anderen ein mehr abgegrenzter, in die Speiseröhre mündender Sack ist. Der Kropf dient in der Regel wesentlich nur als Reservoir für die aufgenommene Nahrung; bei den Tauben hat er aber noch eine andere Funktion; bei diesen findet während der Brutzeit (sowohl beim Männchen wie beim Weibchen) eine gewaltige Verdickung des mehrschichtigen Epithels des Kropfes statt, die oberflächlichen, mit Fettropfen gefüllten Zellen lösen sich ab und bilden eine krümelige Masse, mit welcher die Jungen gefüttert werden. — Der Magen der Vögel zerfällt in zwei, gewöhnlich ziemlich scharf gesonderte Abschnitte, den Drüsenmagen und den Muskelmagen. Der Drüsenmagen ist eine kurze Röhre, die als unmittelbare, mehr oder weniger verdickte Fortsetzung der Speiseröhre erscheint; in seine dicke Wand sind zahlreiche Drüsen eingelagert, die von zweierlei Art sind: 1. größere, zusammengesetzte, eine verdauende Flüssigkeit absondernde Drüsen, die entweder über die ganze Wand verteilt oder auf begrenzte Stellen beschränkt sind, und 2. ganz kleine, schlauchförmige Drüschen, die einen die ganze Innenfläche des Drüsenmagens bedeckenden schleimigen Ueberzug ausscheiden. In dem untersten Teil des Drüsenmagens, an der Grenze des Muskelmagens, fehlen die größeren Drüsen, der Ueberzug nimmt einen festeren Charakter an und geht allmählich in denjenigen des Muskelmagens über. Der Muskelmagen ist ein kurzer, sackförmiger Teil mit muskulösen Wandungen; er besitzt nur eine Form von Drüsen, nämlich einfache, dicht gestellte Drüsenschläuche, denen ähnlich, die den schleimigen Ueberzug des Drüsenmagens abscheiden. Das Secret dieser Drüsen ist aber ein sehr eigentümliches: jedes Drüschen scheidet eine feste, hornartige Faser aus, die aus der Drüsenöffnung hervorragt und mit den benachbarten Fasern verklebt einen hornähnlichen Ueberzug[2]) der Innenseite des

1) Die längs des Schnabelrandes, z. B. beim Sägetaucher (*Mergus*), vorhandenen „Zähne" sind lediglich zahnähnliche Vorsprünge des Randes der Schnabelscheide, also Horngebilde.

2) Bei den Raubvögeln und anderen fleischfressenden Vögeln hat der Ueberzug des Muskelmagens eine weichere Beschaffenheit.

Muskelmagens bildet; in dem Maße, wie der freie Teil der Faser abgenutzt wird, wird diese am entgegengesetzten Ende durch neue Absonderung ergänzt. An der äußeren Oberfläche des Muskelmagens findet man sowohl an der Ober- als an der Unterseite eine Sehnenscheibe, von der die muskulösen Elemente ihren Ursprung nehmen. Besonders stark ist die Muskulatur der Wand bei manchen pflanzen-, besonders samenfressenden Vögeln (z. B. Hühnern und Enten) entwickelt, deren Muskelmagen jederseits mit einer großen, außen stark gewölbten, nach innen zu platten Muskelmasse versehen ist, während sein Hohlraum sehr klein ist. Bei solchen Vögeln ist der Muskelmagen ein echter Kaumagen, in dem die aufgenommenen Teile

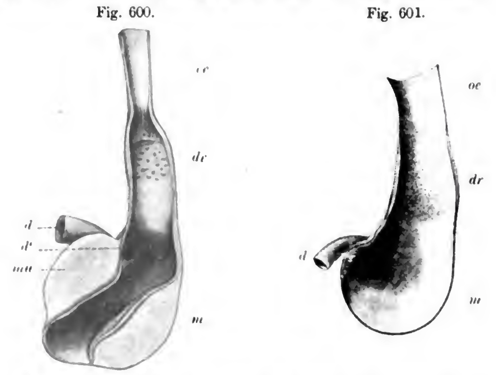


Fig. 600. Magen eines Truthuhns, der Länge nach durchschnitten. — Orig.
Fig. 601. Magen eines Bussards, der Länge nach durchschnitten. — Orig.
d Dünndarm, *d'* dessen Einmündung in den Magen, *dr* Drüsenmagen, *m* Muskelmagen, *mu* Muskulatur in dessen Wand, *oe* Speiseröhre.

zwischen den beiden genannten Muskelmassen, unterstützt durch verschluckte Steinchen, förmlich zermahlen werden; der hornartige innere Ueberzug ist bei ihnen sehr dick und fest. Bei insectenfressenden Vögeln und bei Raubvögeln ist der Muskelmagen dagegen dünnwandig, mit schwacher Muskulatur und geräumigem Hohlraum. Die Oeffnungen des Muskelmagens in den Dünndarm und in den Drüsenmagen befinden sich stets dicht nebeneinander. — Der Dünndarm ist wohlentwickelt, am längsten bei den Pflanzenfressern; er setzt sich in einen fast immer kurzen Enddarm fort, der eine hinterste erweiterte Partie, die Cloake[1]), besitzt; an der Grenze des Dünn- und Enddarmes

1) Bei den meisten jungen Vögeln mündet an der dorsalen Wand der Cloake ein kleiner unpaariger Sack mit enger Oeffnung, die *Bursa Fabricii*, in deren Wand kleine Epithelpartien eingebettet liegen, die abgeschnürte Einstülpungen des den Sack auskleidenden Epithels sind. Bei älteren Vögeln ist die Bursa — deren Bedeutung unbekannt ist — meistens rückgebildet oder fehlt ganz. — Bei den Straußenvögeln ist anstatt ihrer eine große, nicht abgegrenzte Ausstülpung der Cloake vorhanden.

münden in letzteren gewöhnlich zwei Blinddärme, die bei manchen pflanzen- und allesfressenden Vögeln von bedeutender Länge sind, während sie bei Vögeln, die von tierischer Nahrung leben, meistens ganz kurz oder rudimentär sind (dasselbe kann übrigens auch bei anderen der Fall sein, die Tauben besitzen z. B. ganz kurze Blinddärme). Bei den Vögeln findet sich eine große, braunrote, mit Gallenblase versehene Leber und eine weißliche, langgestreckte Bauchspeicheldrüse, die in der ersten Dünndarmschlinge liegt.

Viele Vögel erbrechen die unverdaulichen oder schwer verdaulichen Teile des Futters, Knochen, Haare, Federn, Insectenpanzer etc., in Klumpen, den sog. Gewöllen; die bekanntesten davon sind die der Eulen, die meistens hauptsächlich aus Mäusehaaren und -knochen bestehen, aber auch verschiedene andere Vögel liefern ähnliche: Mauersegler (Insectenüberreste), Eisvogel (Fischknochen), Rabenvögel etc.

Die Atmungsorgane. Eine Längsspalte in der Mundhöhle dicht hinter der Zunge führt in den kleinen Kehlkopf hinein, der sich in die Luftröhre fortsetzt: letztere hat bei den Vögeln eine bedeutende Länge und ist mit zahlreichen knorpeligen oder knöchernen Ringen ausgestattet; sie teilt sich unten in zwei kurze Aeste, einen für jede Lunge. Im Kehlkopf finden sich nicht Stimmbänder, dagegen besitzen die meisten Vögel am oberen Ende der beiden großen Luftröhrenäste oder Bronchi — an der Grenze des Luftröhrenstammes — einen eigentümlichen Stimmapparat („unteren Kehlkopf“, Syrinx), indem an der Wand der Bronchi membranöse Partien (*me* und *mi* Fig. 605) ausgebildet sind, die nach innen gefaltet werden können und durch die aus den Lungen herausströmende Luft in Schwingungen versetzt werden (des näheren vergl. unten). — Die Lungen sind schwammige Körper, die der dorsalen Wand der Leibeshöhle dicht angeschmiegt und mit derselben innig verbunden sind. Im Vergleich mit der Reptillunge sind sie weitaus feiner ausgebildet: die Hohlräume sind viel enger geworden, so daß die respiratorische Oberfläche noch weit größer als in den feinsten Reptilienlungen geworden ist. Durch die Lunge zieht eine röhrenförmige Fortsetzung des Bronchus, von welcher Aeste, Bronchien, abgehen; von diesen gehen wieder zahlreiche, ungefähr gerade, zylindrische, vielfach anastomosierende Kanäle aus, die Lungenpfeifen (Parabronchien), von denen je ein Netzwerk mikroskopischer Kanälchen, Luftcapillaren, entspringt, das auch

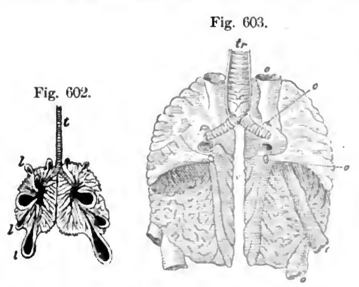


Fig. 602. Die Lunge eines 11 Tage alten Hühnerembryos. *t* Luftröhre, *l* Anlagen der Luftsäcke. — Nach Selenka.

Fig. 603. Die Lungen einer Taube. *tr* Luftröhre, *o* Oeffnungen von der Lunge in die hier weggelassenen Luftsäcke. — Nach J. Parker.

mit dem der benachbarten Lungenpfeifen in Verbindung steht, so daß das „Parenchym" der Lunge von einem Netz feiner Luftkanälchen durchsetzt ist, zwischen denen die Blutcapillaren liegen. Die Luftcapillaren sind die eigentlichen respirierenden Teile der Lunge. —

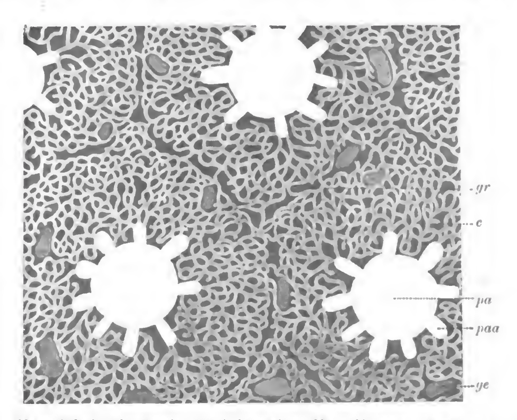


Fig. 604. Schnitt durch ein Stückchen einer Vogellunge, stark vergr.; der Schnitt geht quer durch mehrere Lungenpfeifen. *c* Luftcapillaren, *ge* Gefäß (die feineren Gefäße fortgelassen), *gr* Grenze zweier Lungenpfeifen-Systeme, *pa* Lungenpfeife, *paa* kleine Ausstülpung derselben, von welcher die Luftcapillaren ausgehen. Schema.

Einige der Bronchien setzen sich in große, dünnwandige Luftsäcke fort, die sich zwischen die Eingeweide hinein erstrecken, zwischen gewisse Muskeln, unterhalb der Haut des Halses hin, mit langen Fortsätzen in viele der Knochen, z. B. Oberarm und Oberschenkel, Brustbein, Wirbel etc.[1]), in denen sie die Stelle der Markräume einnehmen: die Knochen der Vögel sind zum größten Teil pneumatisch[2]). Diese Ausbildung von Luftsäcken hat die Bedeutung, daß der Körper dadurch ein geringeres spezifisches Gewicht erhält; die Lungen der Vögel stellen mit anderen Worten, ebenso wie das Tracheensystem

1) Die Luftsäcke erstrecken sich meistens nicht in die distalen Teile der Gliedmaßen, Tibia, Unterarm, Hand- und Fußknochen, hinein; bei einigen Vögeln sind aber auch diese teilweise pneumatisiert, bei einzelnen sind gar sämtliche Fußknochen mit Ausnahme des äußersten Zehengliedes mit Luft erfüllt. Andererseits gibt es aber zahlreiche Vögel, namentlich kleine Formen, die fast gar keine pneumatischen Knochen besitzen (mit Ausnahme der Schädelknochen). — Bei einigen Vögeln, z. B. beim Pelikan, ist auch die ganze Haut von zahllosen kleinen Luftsäcken durchsetzt.

2) Es mag hier bemerkt werden, daß die Vögel nicht die einzigen Tiere mit pneumatischen Knochen sind; auch die Flugsaurier und manche Dinosaurier besaßen solche, und man muß demnach annehmen, daß sie ebenso wie die Vögel mit Luftsäcken ausgestattet waren.

der Insecten, nicht allein einen respiratorischen, sondern auch einen aerostatischen Apparat dar.

Der Stimmapparat der Vögel hat im allgemeinen folgenden Bau. Die beiden Bronchi sind am oberen Ende, wo sie in die Luftröhre übergehen, durch einen medianen verknöcherten Balken, den Steg, getrennt; letzterer hängt mit dem letzten Luftröhrenring zusammen. Die nach der Mittellinie gekehrte Wand der Bronchi ist häutig und wird als innere Paukenhaut bezeichnet. Die nach außen gekehrte Seite der Bronchuswand ist durch knorpelige oder knöcherne Halbringe gestützt, oft ist

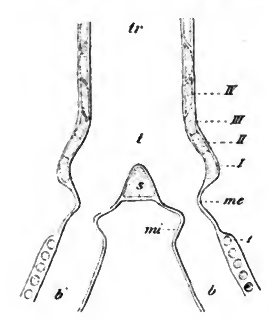


Fig. 605. Schnitt durch das untere Ende der Luftröhre und die oberen Enden der beiden großen Luftröhrenäste eines Vogels; Schema. *b* Bronchi, *me* äußere, *mi* innere Paukenhaut, *s* Steg, *t* Trommel, *tr* Luftröhre. *I—IV* die vier unteren Ringe der Luftröhre; *1* oberster Halbring des einen Bronchus. — Orig.

aber auch hier eine häutige Stelle, die äußere Paukenhaut, vorhanden (die bei anderen durch eine in das Lumen des Bronchus vorspringende Verdickung des Bindegewebes auf einem der Halbringe ersetzt sein kann). Auch das untere Ende der Luftröhre selbst, das als Trommel bezeichnet wird, ist meistens im Dienste der Stimmbildung von der übrigen Luftröhre etwas abweichend ausgebildet, häufig sind z. B. die letzten Ringe miteinander verschmolzen, oder dieser Abschnitt ist zusammengedrückt, oder aber erweitert etc. Bei den Männchen der Säger (*Mergus*) und der meisten Enten besitzt die Trommel eine einseitige, blasige Ausstülpung mit verknöcherten Wänden, die Pauke (oder das Labyrinth).

Zu dem oben von den Atmungsorganen Mitgeteilten kann noch folgendes hinzugefügt werden. Bei dem Singschwan, dem Kranich u. a. ist der Kamm des Brustbeins dick und ausgehöhlt mit einem oberen Eingang; in die Höhlung legt sich eine große Schlinge der Luftröhre hinein, ehe diese sich in die Leibeshöhle hinein begibt; bei gewissen anderen Vögeln findet man ähnliche Windungen der Luftröhre unterhalb der Haut oder in der Leibeshöhle. — Die Lufthöhlen in den Knochen des Schädels sind Ausstülpungen von den Pauken- und Nasenhöhlen. Mit letzteren stehen auch einige andere Lufträume oder -säcke am Kopfe in Verbindung (z. B. einer in der Augenhöhle unterhalb des Auges), die sich am Halse hinab erstrecken können und hier bei einzelnen Vögeln mit Lungenluftsäcken kommunizieren. — Die Einatmung geschieht wesentlich durch Bewegungen der Rippen, wodurch das Brustbein nach außen bewegt und die Leibeshöhle erweitert wird; die Ausatmung durch entgegengesetzte Bewegungen derselben und durch Kontraktion der Bauchmuskeln.

Das Herz und die großen von ihm entspringenden Arterienstämme bieten ein Verhalten dar, das sich als eine Modifikation des bei den Crocodilen vorgefundenen erweist (Fig. 606). Sowohl Vorhof

als Herzkammer sind vollständig in einen rechten und einen linken Teil gesondert: der Conus art. fehlt. Der linke Aortenbogen (linker Arterienbogen Nr. 2), der bei den Crocodilen von der rechten Herzkammer entspringt, fehlt hier völlig; die Aorta wird also ausschließlich von dem aus der linken Herzkammer entspringenden rechten Aortenbogen gebildet; im übrigen sind die Verhältnisse wie bei den Crocodilen. Es findet somit keine Mischung von arteriellem und venösem Blut bei den Vögeln statt: das venöse Körperblut geht in den rechten Vorhof, von diesem in die rechte Kammer, von letzterer in die Lungen: das arterielle Blut aus den Lungen geht in den linken Vorhof, von diesem in die linke Kammer, von hier in den Körper.

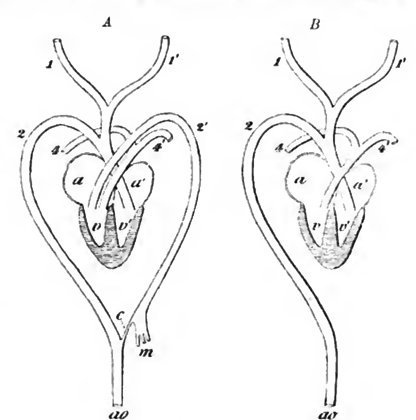


Fig. 606. Schemata des Herzens und der Arterienbogen eines Crocodils (A) und eines Vogels (B). a rechter, a' linker Vorhof; r rechte, r' linke Herzkammer; ao Aorta. 1, 2, 4 erster, zweiter und vierter Arterienbogen der rechten Seite, 1', 2', 4' dieselben der linken Seite (c und m siehe Fig. 566). — Orig.

Die Nieren sind längliche, dunkelrote Körper, die in der Beckenregion dicht unterhalb der Wirbelsäule liegen; sie füllen die Zwischenräume zwischen den Querfortsätzen aus, und an der ventralen Fläche sind sie durch Quereinschnitte in mehrere (meistens drei) Lappen geteilt. Zuweilen verschmelzen beide Nieren an ihrem Innenrand in größerer oder geringerer Ausdehnung miteinander. Die Harnleiter münden getrennt in die Cloake; eine Harnblase fehlt. Der Harn ist meist dickflüssig, weißlich.

Von den Eierstöcken ist bei den Vögeln nur der linke ausgebildet, ausnahmsweise ist jedoch ein rudimentärer rechter Eierstock vorhanden; bei manchen Tagraubvögeln (Falken, Habichten, Bussarden) kommt ein solches Rudiment (und zwar ein recht großes) ziemlich konstant vor. Wegen der Größe der Eier treten die Eifollikel an der Oberfläche des Eierstockes stark hervor, und letzterer erhält dadurch ein traubiges Aussehen. Von den Eileitern (den Müllerschen Gängen) ist ebenfalls nur der linke vollständig entwickelt (ein Rudiment des rechten dagegen häufig vorhanden); in der Fortpflanzungszeit ist der Eileiter ein langer und dicker, zu anderer Zeit ein dünnerer Schlauch, der sich mit einem großen Trichter in die Leibeshöhle öffnet; nicht

weit von der Einmündung in die Cloake besitzt er einen erweiterten Abschnitt, den Uterus, in dem die Schale gebildet wird. — Die Hoden, die beide wohlentwickelt sind, liegen vor den Nieren, die Samenleiter, die von je einem kleinen Nebenhoden entspringen, haben einen gewundenen Verlauf und münden getrennt in die Cloake, meistens auf je einer kleinen Papille. Die Hoden sind außerhalb der Begattungszeit sehr klein, während sie in der Fortpflanzungszeit eine ansehnliche Größe erreichen; ähnliches gilt auch für den Eierstock. — Ein wohlentwickelter Penis ist nur bei den Männchen einer geringen Anzahl von Vögeln vorhanden, bei Tinamus, Straußenvögeln, Entenvögeln und einzelnen anderen (bei den übrigen rudimentär oder ganz fehlend). Er entspricht dem Begattungsorgan der Schildkröten und der Crocodile und hat seinen Platz an der ventralen Wand der Cloake; die freie Spitze ist nach hinten gerichtet, an der Oberfläche ist er mit einer Rinne versehen, nahe bei deren vorderem Ende die Samenleiter ausmünden; durch die Rinne fließt während der Begattung der Same. Bei den Entenvögeln ist der Penis korkzieherförmig, bei den anderen zungenförmig oder wurstförmig; das hintere Ende ist in dem Ruhezustand bei den meisten (nicht bei Struthio) in den vorderen Teil wie ein umgestülpter Handschuhfinger eingestülpt. Bei den Vögeln, deren Männchen mit einem Penis versehen sind, besitzen auch die Weibchen ein rudimentäres Begattungsorgan (Clitoris).

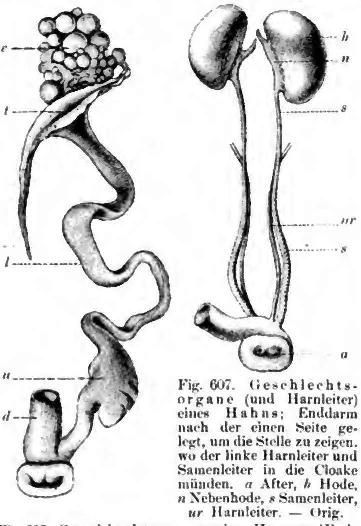


Fig. 607. Geschlechtsorgane (und Harnleiter) eines Hahns; Enddarm nach der einen Seite gelegt, um die Stelle zu zeigen, wo der linke Harnleiter und Samenleiter in die Cloake münden. *a* After, *h* Hode, *n* Nebenhode, *s* Samenleiter, *ur* Harnleiter. — Orig.

Fig. 608. Geschlechtsorgane einer Henne. *d* Enddarm, *l* Eileiter, *or* Eierstock, *t* Trichter, *u* Uterus. — Orig.

Sehr häufig sind größere oder geringere äußere (sekundäre) Geschlechtsunterschiede zu beobachten; häufig ist das Männchen etwas oder viel größer (bei Hühnervögeln u. a.), seltener kleiner als das Weibchen (bei Raubvögeln); oft ist das Männchen durch besondere Entwicklung gewisser Federn (Pfau, Paradiesvögel etc.), durch eigentümliche Hautfortsätze (Sporen des Hahns etc.) oder durch lebhaftere Färbung ausgezeichnet.

Die meisten Vögel pflanzen sich jährlich nur einmal fort (in gemäßigten Gegenden im Frühling), andere mehrmals im Jahre (z. B. der

Haussperling). Gewöhnlich leben sie während der Fortpflanzungszeit paarweise: Monogamie; seltener hat jedes Männchen mehrere Weibchen: Polygamie.

Die Eizellen der Vögel (der sog. Dotter) sind von sehr bedeutender Größe und enthalten eine große Menge von Deutoplasma. Indem sie den Eileiter passieren, werden sie zuerst von einer Eiweißmasse, dann von der letztere umgebenden Schalenhaut und schließlich im Uterus von einer festen Kalkschale umhüllt; sämtliche Umhüllungen werden von den Drüsen der Eileiterwand abgesondert. Die Eier werden entweder von den Weibchen allein oder von Weibchen und Männchen gemeinschaftlich, selten von den Männchen allein, ausgebrütet (letzteres z. B. beim amerikanischen Strauß und bei den Wassertretern [Phalaropus]); häufig ist der brütende Vogel mit sog. Brutflecken versehen, Hautstellen, wo die Federn ausgefallen sind, so daß die Eier direkt mit der warmen Haut in Berührung kommen können. Vor dem Eierlegen bauen sich die Vögel meistens ein Nest, auf oder in das die Eier gelegt werden (selten werden die Eier auf die bloße Erde gelegt). Im einfachsten Fall schleppen sie nur eine spärliche Menge von Aestchen, Strohhalmen, Federn etc. zusammen und legen die Eier darauf; in anderen Fällen werden ähnliche Sachen zu einem korbförmigen oder gar kugeligen Nest verwoben; seltener bauen sie sich ein Nest aus Lehm, Mist und dergleichen und aus eigenem Speichel (Schwalben u. a.) oder aus Speichel allein (Salangane). Die Nester werden von einigen Vögeln auf der Erde angelegt, andere nisten in gegrabenen oder natürlichen Erdlöchern (Uferschwalbe, Papageitaucher), in Baumlöchern (Spechte etc.), auf Bäumen etc. Bei der Mehrzahl unserer Vögel wird das Nest vom Männchen und Weibchen gemeinschaftlich gebaut; bei einigen (z. B. Muscicapa, Luscinia) baut aber das Weibchen allein, ganz selten (Star) das Männchen allein das Nest. Im allgemeinen verlassen die Jungen nicht sofort nach der Geburt das Nest, sondern bleiben einige Zeit in demselben und werden von den Eltern gefüttert („Nesthocker"); seltener („Nestflüchter") sind sie gleich imstande, sich selbst zu ernähren (meistens allerdings unter der Obhut der Mutter). — Das neugeborene Junge ist in der Regel nicht unerheblich von dem Erwachsenen verschieden; es ist mit Dunen bekleidet oder fast nackt und in der Färbung abweichend; die Form des Schnabels ist häufig eine andere als später (z. B. bei manchen Singvögeln); auch die Nahrung ist oft von derjenigen des Erwachsenen verschieden (so füttern z. B. viele körnerfressende Vögel ihre Jungen mit Insecten). Auch ist das Gefieder, das an die Stelle des Dunenkleides tritt, sehr häufig von dem des älteren Vogels wesentlich abweichend.

Viele junge Vögel besitzen, ähnlich wie die jungen Schildkröten und Crocodile, vorn an der Oberseite des Schnabels einen kleinen, fest verhornten Höcker, mit dem sie die Eischale beim Verlassen des Eies zerbrechen.

Während einige Vögel sich das ganze Jahr hindurch an derselben beschränkten Lokalität aufhalten: Standvögel, unternehmen andere kleinere oder größere Ausflüge oder wirkliche Wanderungen. Den Standvögeln am nächsten stehen die Strichvögel, die innerhalb eines größeren Gebietes umherstreifen. Auch die sog. Wechselvögel, die sich zu einer Zeit des Jahres etwa auf den Bergen, zu einer anderen in den benachbarten Tälern aufhalten oder nach Bedürfnis den Wald mit dem freien Lande vertauschen etc., stehen noch den Stand-

vögeln nahe. Weiter entfernen sich die Zugvögel, die sich dadurch auszeichnen, daß sie alljährlich in einem kälteren Klima brüten und in einem mehr oder weniger entfernten wärmeren Lande den Winter zubringen. Die Zugvögel schlagen bei ihren Wanderungen bestimmte Wege, Zugstraßen, ein, deren eigentümliche Richtungen offenbar in dem Bedürfnis begründet sind, daß die Vögel während der ganzen Wanderung so weit wie möglich nur Gegenden berühren, die ihren natürlichen Aufenthaltsorten einigermaßen entsprechen: Küstenvögel bewegen sich hauptsächlich in Linien, die an den Meeresküsten oder nötigenfalls an den Flüssen entlang laufen, Sumpfvögel ziehen mit Vorliebe durch Sumpfgegenden oder längs Flüssen etc. Eine Ueberquerung großer Meeresstrecken wird gewöhnlich vermieden. Hin- und Rückweg sind meistens dieselben. Die meisten Vögel ziehen in einer Höhe von 80—100 m über der Erde, kleine Vögel oft weit niedriger; über 400 m kommt kaum ein Vogel in die Höhe. Die meisten Vögel ziehen in großen Scharen, zuweilen mehrere Arten miteinander. Indem ältere und jüngere Vögel zusammen wandern, wird die Kenntnis des Weges immerfort den neuen Generationen überliefert und somit bewahrt: „instinktiv" können die Vögel natürlich den Weg nicht finden, während allerdings bei den Zugvögeln häufig ein ererbter unbestimmter Wandertrieb zu erkennen ist, der sich auch bei jungen gefangenen Vögeln als eine gewisse Unruhe zu der Zeit äußert, wenn das Ziehen stattfindet. Die Abreise aus den kälteren Gegenden findet zu verschiedener, für jede Art aber ziemlich bestimmter Zeit statt, meistens im Herbst, für einige Arten schon im August oder Juli; die Ankunft in denselben findet vom Februar bis Mai statt (für Deutschland), und zwar kommen diejenigen Vögel am spätesten an, welche am frühesten weggehen. Die meisten in Deutschland brütenden Zugvögel scheinen in Süd-Europa und Nord-Afrika zu überwintern, es ist aber sicher konstatiert, daß einige auch bis nach Süd-Afrika gelangen (manche Störche, *Ciconia alba*); eine Art Seeschwalbe (*Sterna paradisaea*), die im Norden Amerikas brütet, überwintert in der antarktischen Region, hat eine Strecke von ca. 20000 km hin und ebenso viel zurück zu wandern.

Es ist unschwer zu erkennen, daß die Wanderungen der Vögel überhaupt, und auch der Zug, wenigstens ursprünglich durch das Nahrungsbedürfnis veranlaßt sind: beobachtet man doch, daß gewisse Vögel, die für gewöhnlich nicht ziehen, in strengen Wintern bei Mangel an Nahrung nach Süden reisen, während andererseits in milden Wintern einige Zugvögel in dem Lande, wo sie brüten, zurückbleiben. Dem gegenüber ist aber auch hervorzuheben, daß das Ziehen bei den meisten Vögeln dermaßen instinktiv geworden ist, daß sie auch bei reichlich vorhandener Nahrung wegziehen, sich überhaupt bei ihrer Wanderung nicht mehr direkt von der Nahrung abhängig zeigen.

Die Vögel, die über alle Teile der Erdoberfläche, wo überhaupt organisches Leben vorhanden ist, verbreitet, am reichsten aber in den Tropen vertreten sind, bilden eine in der Jetztzeit sehr zahlreiche, aber ziemlich einförmige Ordnung. Geologisch betrachtet sind die Vögel die jüngste der Wirbeltierklassen, indem der älteste bekannte Vogel aus der Juraformation stammt, aus welcher Formation nur dieser Vogel allein bekannt ist, so daß das Vogelleben zweifellos damals noch sehr spärlich entwickelt war; eine größere Anzahl kennt man aus der Kreideformation (sämtlich Zahnvögel), zahlreiche aus der Tertiärformation.

Uebersicht der Ordnungen der Vögel[1].

1. **Saururae.** Schwanzwirbelsäule länger als der Rumpf. Zähne vorhanden.
2. **Odontornithes.** Schwanzwirbelsäule kürzer als der Rumpf. Zähne vorhanden.

Jungen	Ordnungen	Hinterzehe
Die Jungen sind, wenn sie das Ei verlassen, von einem dichten Dunenkleid bedeckt.	3. **Tinami.**	Hinterzehe in der Regel klein.
	4. **Ratitae.** Flügel zum Flug unbrauchbar. Kräftige Laufbeine.	
	5. **Rasores.** Kurzer, schwach gebogener Schnabel. Gangfüße. Flügel kurz, gewölbt.	
	6. **Natatores.** Mit Schwimmfüßen[2].	
	7. **Grallatores.** Mit Watbeinen[2].	
	8. **Rapaces.** Schnabel kräftig, stark gebogen. Raubfüße[2].	Hinterzehe in der Regel wohl entwickelt.
Die Jungen sind beim Verlassen des Eies fast nackt und sehr hilflos.	9. **Oscines.** 3 Vorderzehen, Hinterzehe groß, für sich beweglich.	
	10. **Clamatores.** 3 Vorderzehen, die Hinterzehe kleiner, wird zugleich mit den Vorderzehen bewegt.	
	11. **Scansores.** 2 Vorder-, 2 Hinterzehen.	

1. Ordnung. **Saururae, Echsenvögel.**

Von dieser Ordnung kennt man nur eine einzige Art, *Archaeopteryx lithographica*, aus der Juraformation (dem lithographischen Schiefer). Von allen bekannten Vögeln steht Archaeopteryx den Reptilien am nächsten. Er zeichnet sich in erster Linie durch den sehr langen, aus 20 größtenteils langgestreckten Wirbeln bestehenden Schwanz aus, an dem die Steuerfedern — deren Abdrücke man in der Gesteinsmasse gefunden hat — in einer Reihe an jeder Seite angebracht waren; ferner dadurch, daß die Mittelhandknochen getrennt und alle drei Finger wohlentwickelt und mit großen Krallen versehen waren (was an der Form des äußersten Fingergliedes zu erkennen ist); durch das Vorhandensein von kegelförmigen Zähnen an den Kieferrändern. Den ziemlich dünnen Brustrippen fehlt, wie es scheint, der schräge Fortsatz, die Halsrippen sind länger als bei anderen Vögeln, der Hals und die Beckenpartie sind kürzer, die Brustpartie dagegen länger als bei den Vögeln im allgemeinen (die Brustwirbel scheinen auch beweglicher als sonst gewesen zu sein), die Endflächen der Wirbelkörper sind, wie es scheint, abgeplattet (nicht sattelförmig). Ob das Brustbein mit einem Kamm versehen war, ist unsicher. Das Schulterblatt ist dem anderer Vögel ähnlich; das Coracoid war sehr kurz und breit, das Gabelbein ebenfalls kurz. Der hintere Teil des Darmbeins ist kurz, weit vom hinteren Ende des Sitzbeins getrennt; der Fortsatz *p* des Schambeins (vergl. Fig. 595) scheint vorhanden zu sein. Das untere

1) Die systematische Anordnung der Vögel bietet bei deren großer Einförmigkeit bedeutende Schwierigkeiten dar; mehrere der hier aufgeführten Ordnungen sind keine natürlichen Gruppen.

2) Wegen der Begriffe Schwimmfuß, Watbein etc. vergl. die Beschreibungen der betreffenden Ordnungen.

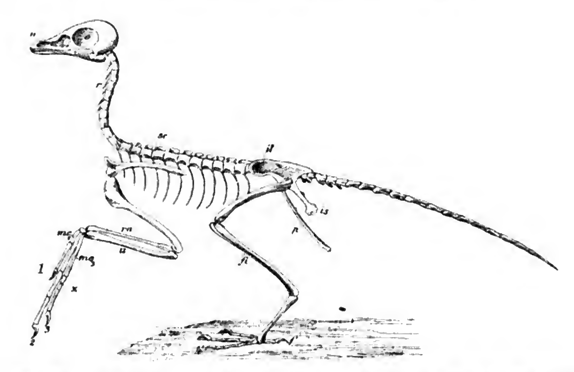


Fig. 609. *Archaeopteryx.* *1–3* erster bis dritter Finger, *1'* erste, *4'* vierte Zehe, *fi* Fibula, *il* Darmbein, *is* Sitzbein, mc_1 erstes, mc_3 drittes Mittelhandbein, *n* Nasenloch, *o* Augenhöhle, *p'* Schambein, *r* Halsrippe, *ra* Radius, *u* Ulna, *x* ist möglicherweise ein Gelenk, vielleicht aber auch eine Bruchstelle (unter letzterer Voraussetzung ist der dritte Finger dreigliedrig, unter ersterer viergliedrig). — Orig. (mit Benutzung der Figuren von Dames rekonstruiert).

Ende der Fibula ist vollständig, nicht zugespitzt (es ist sogar unten ein wenig verdickt). Aus den wohlerhaltenen Abdrücken der großen Schwungfedern ist zu ersehen, daß Archaeopteryx ein guter Flieger gewesen sein muß. Die Größe war etwa die einer Taube.

2. Ordnung. **Odontornithes, Zahnvögel.**

Die Zahnvögel, die in mehreren Arten aus der Kreideformation (Nordamerika) bekannt sind, sind im ganzen den jetztlebenden Vögeln sehr ähnlich, unterscheiden sich aber durch den Besitz von Zähnen in den Kieferrändern. Einige von ihnen (*Ichthyornis*) besitzen Wirbelkörper, deren vordere und hintere Endflächen beide schwach ausgehöhlt sind; bei anderen (*Hesperornis*) verhalten die Wirbel sich wie bei den jetztlebenden Vögeln. Die Unterkieferhälften waren vorn nicht verschmolzen. Das Becken ist dadurch ausgezeichnet, daß Darmbein und Sitzbein hinten nicht verwachsen sind. Uebrigens sind ziemlich verschiedene Formen in dieser Gruppe vereinigt: einige waren Flieger, andere besaßen wie die Straußenvögel rudimentäre Flügel.

3. Ordnung. **Tinami, Tinamu's, Steißhühner.**

Unter den jetzt lebenden Vögeln nehmen die Tinami den ursprünglichsten Platz ein. Von Charakteren, die darauf hindeuten, nennen wir folgende: das Gaumenbein berührt nicht den unteren Rand der Interorbitalplatte, sondern liegt etwas mehr nach der Seite (wie bei den Sauriern) und ist nicht wie bei den anderen jetzt lebenden Vögeln (mit Ausnahme der Straußenvögel) mit dem

Flügelbein durch ein Gelenk verbunden, sondern Gaumen- und Flügelbein legen sich direkt aneinander (sind nur durch ein wenig Bindegewebe getrennt); die Knochen des Schädels bleiben zum Teil länger getrennt als bei anderen Vögeln; ähnlich wie bei Archaeopteryx und den Zahnvögeln verwächst das Sitzbein hinten nicht mit dem Darmbein; der Fortsatz *p* des Schambeins (Fig. 595 *C*) ist groß, etc.

Die Tinamus sind eine Gruppe südamerikanischer Vögel, die in Habitus, Größe, Fußform und Lebensweise an die Hühnervögel erinnern, mit denen sie früher zusammengestellt wurden. Der Schwanz ist schwach entwickelt, die Flügel kurz, die Hinterzehe kurz oder fehlt. Der Flug ist recht gut. Nur das Männchen brütet. Die Jungen können gleich umherlaufen.



Fig. 610. Ein Tinamu. $^1/_6$.

4. Ordnung. **Ratitae, Straußenvögel.**

Die Straußenvögel schließen sich eng an die Tinamus an, vor denen sie sich besonders durch ihre gewöhnlich weit bedeutendere Größe und dadurch auszeichnen, daß sie das Flugvermögen verloren haben: die Flügel sind stets rückgebildet, oft sogar völlig rudimentär. Die Hand ist meistens nicht längs des Unterarms zurückgelegt, sondern liegt in dessen Fortsetzung. Dem Brustbein fehlt der Kamm. Die Hintergliedmaßen, denen eine Hinterzehe in der Regel abgeht, sind gewöhnlich sehr kräftig, zum Laufen eingerichtet, die Krallen kurz und stumpf. Die Federn sitzen nicht in Fluren, sondern sind ziemlich gleichmäßig über den ganzen Körper verteilt (es sind übrigens nackte Partien vorhanden, z. B. an der Innenseite der Vordergliedmaßen beim Strauß und Nandu); zwischen den Federn finden sich keine Dunen; Schwung- oder Steuerfedern sind gewöhnlich nur wenig von den übrigen Federn verschieden. Eine Bürzeldrüse fehlt bei allen Ratiten mit Ausnahme von Apteryx. Der Schnabel ist in der Regel kurz und breit.

In bezug auf die Charaktere des Schädels und des Beckens stimmen die Ratiten im wesentlichen mit den Tinamus überein. Ihre besonderen Charaktere (das Verhalten des Brustbeins etc.) sind hauptsächlich als Folgen des Verlustes des Flugvermögens anzusehen.

Die Ratiten sind wesentlich Steppentiere, die in den wärmeren Teilen der südlichen Halbkugel leben. Sie sind vorzugsweise Pflanzenfresser (nehmen auch kleines Getier). Die Männchen besorgen entweder allein oder abwechselnd mit dem Weibchen das Brutgeschäft. Die Jungen sind mit Dunen bekleidet und können gleich umherlaufen.

1. Der Afrikanische Strauß (*Struthio camelus*) in Nord- und Mittelafrika, Palästina und Mesopotamien, hat nur zwei Zehen (Nr. 3 und 4), der äußere gewöhnlich krallenlos, sehr große Federn an den Flügeln, die mit zwei Krallen versehen sind, Federn ohne Nebenfahne. Nahestehende Arten in Süd- und Ost-Afrika.

2. Die Nandus (*Rhea*) in Südamerika sind etwas kleiner als Struthio und haben drei Zehen, alle krallentragend. Die Flügelfedern nicht so groß wie bei Struthio. Federn ohne Nebenfahne.

3. Die Kasuarfamilie (*Dromaeidae*). Vordergliedmaßen weit schwächer als bei den vorhergehenden; nur die Zeigefinger ausgebildet (krallentragend). Haupt- und Nebenfahne ungefähr gleich stark entwickelt. Drei Zehen. Die Kasuare (*Casuarius*) haben oben am Kopf einen knöchernen, mit Horn bedeckten Kamm, einen zusammengedrückten Schnabel, fünf lange, starke, astlose Federschäfte an jedem Flügel; in Neuguinea, auf den Molukken und im nördlichen Neuholland. Die Emus (*Dromaeus*), mit plattem Schnabel, ohne Kamm und ohne nackte Federschäfte, leben in Neuholland. — Zu derselben Familie gehören die teilweise riesigen, ausgestorbenen Moavögel (*Dinornis* u. a.), von denen einige eine Hinterzehe besaßen; sie lebten auf Neuseeland, einige bis vor wenigen Jahrhunderten.

4. Die Kiwis (*Apteryx*) sind kleine kurzbeinige und kurzhalsige Ratiten (etwa von Hühnergröße) mit langem, dünnem Schnabel, an dem die Nasenlöcher dicht an der Spitze angebracht sind; Federn ohne Nebenfahne; Flügel ganz rudimentär; Hintergliedmaßen mit einer kleinen Hinterzehe. Die Nahrung besteht wesentlich aus Regenwürmern; die Erde ist an den Stellen, wo sie leben, von zahlreichen mit dem Schnabel gestochenen Löchern burchbohrt. Es sind nächtliche Tiere, die in kleinen selbstgegrabenen Höhlen brüten. Neuseeland.

5. Ordnung. **Rasores, Hühnervögel.**

Schnabel kurz, an der Spitze schwach gebogen. Gangfüße: kräftige Füße mit kleiner Hinterzehe, die höher eingelenkt ist als die übrigen Zehen und mit schwach gebogenen, kurzen, niedergedrückten Krallen; selten mit großer Hinterzehe. Die Flügel in der Regel kurz, abgerundet, gewölbt. Die Hühnervögel sind durchgängig Vögel von etwa mittlerer Größe; sie sind weniger gute Flieger, halten sich zumeist auf der Erde auf, sind in der Regel Allesfresser, scharren mit ihren Krallen Samen, Larven, Würmer etc. hervor. Nicht wenige leben in Polygamie, in welchem Falle das Männchen gewöhnlich größer und prächtiger gefärbt ist etc. als das Weibchen. Die Eier werden meistens auf der Erde abgelegt und vom Weibchen bebrütet; die neugeborenen Jungen sind kräftiger als diejenigen der meisten anderen Vögel und können sofort umherlaufen.

1. Die Waldhühnergruppe (*Tetraonomorphae*). Die Nasenlöcher und der Grund des Schnabels mit dichten Federn bedeckt. Mittelfuß mehr oder weniger befiedert, ohne Sporn. Hierher gehören: Das Haselhuhn (*Tetrastes bonasa*) in Gebirgswaldungen Deutschlands (auch in Skandinavien etc.), Mittelfuß nur in seiner oberen Hälfte befiedert; lebt in Monogamie, ♂ und ♀ ungefähr gleich. Der Auerhahn (*Tetrao urogallus*) und der Birkhahn (*T. tetrix*), beide in Deutschland in Waldungen, stattliche Vögel, ersterer der größere; der Mittelfuß beider ganz befiedert, die Zehen dagegen nackt; leben in Polygamie, die Männchen viel größer als die Weibchen, letztere braun, erstere schwärzlich. Die Schneehühner (*Lagopus*) haben den ganzen Fuß befiedert; sie sind im Sommer braun, im Winter gewöhnlich weiß; beide europäische Arten leben hauptsächlich in kälteren Gegenden; die eine, *L. mutus*, gehört dem hohen Norden und den Alpen an, die andere, *L. albus*, kommt noch innerhalb der Grenzen

Deutschlands (Ostpreußen) vor. — Das Steppenhuhn (*Syrrhaptes paradoxus*) zeichnet sich durch seine langen Flügel und durch die kurzen, befiederten Füße aus, an denen die Hinterzehe fehlt und die Vorderzehen verwachsen und mit einem gemeinsamen großen Ballen ausgestattet sind; es ist auf den Steppen West-Asiens zu Hause, ist aber zu wiederholten Malen in großen Scharen (1863, 1888, 1908) in Europa (auch Deutschland) eingewandert, ohne sich jedoch dauernd anzusiedeln [1]).

2. Die Fasangruppe (*Phasianomorphae*). Die Nasenlöcher nackt, mit einem kleinen gewölbten Deckel. Der Mittelfuß des Männchens in der Regel mit einem Sporn (selten mit zwei solchen) versehen, welcher beim Weibchen rudimentär ist.

a) Die Fasanfamilie (*Phasianidae*). Schwanz um eine Mittelachse zusammengebogen, dachförmig. Häufig nackte Anhänge am Kopf. Sporen vorhanden. Männchen und Weibchen sehr verschieden. Süd-Asien. Hierzu gehören: Das Haushuhn (*Gallus domesticus*) mit einem nackten Hautkamm auf dem Kopfe, ♂ mit langen, gebogenen Schwanzdeckfedern; es stammt vom Bankivahuhn (*G. bankiva*) ab. Ferner die Fasane (*Phasianus*), von denen eine Art (*Ph. colchicus*) an vielen Stellen in halbwildem Zustande gehalten wird; sie zeichnen sich durch ihren langen, spitzen Schwanz aus (die Steuerfedern selbst sind verlängert).

b) Die Pfaufamilie (*Pavonidae*). Schwanz abgeplattet, ziemlich lang; Sporn vorhanden. Der Pfau (*Pavo cristatus*) mit einem Federbusch am Kopfe; ♂ mit außerordentlich langen Schwanzdeckfedern, welche emporgerichtet werden können; Ostindien. Das Truthuhn (*Meleagris gallopavo*), Kopf und Hals nackt, ein weicher Hautfortsatz hängt beim Männchen von der Oberseite des Kopfes am Grunde des Schnabels herab; Nordamerika.

c) Die Rebhuhnfamilie (*Perdicidae*). Schwanz abgeplattet, kurz; Sporn fehlt oft. In Deutschland leben das gemeine Rebhuhn (*Perdix cinerea*) und die Wachtel (*Coturnix communis*), von denen letztere Zugvogel ist; beide haben eine nackte Hautstelle hinter dem Auge, es fehlt ihnen der Sporn, ♂ und ♀ ziemlich gleich. Das Perlhuhn (*Numida meleagris*), mit nacktem Kopf, der einen großen knöchernen Aufsatz trägt, grau mit weißen Flecken, ohne Sporn, ist in Afrika zu Hause.

3. Bei den Großfußhühnern oder Talegallas (Gattung *Megapodius* etc.) ist die Hinterzehe groß und auf gleicher Höhe mit den übrigen Zehen eingelenkt. Ihre sehr großen Eier brüten sie nicht aus, sondern legen sie entweder in einen Haufen von zusammengetragenen Pflanzenteilen, in einen Sandhaufen oder in eine im Sande gegrabene Vertiefung ab, die Eier werden dann entweder durch die Wärme ausgebrütet, die durch die Gährung der Pflanzenstoffe entsteht, oder einfach durch die Sonnenhitze. Die Jungen verlieren das Dunenkleid schon im Ei und schlüpfen mit ausgebildetem Federkleide aus. Australien, Philippinen.

6. Ordnung. **Natatores, Schwimmvögel.**

Die Füße sind im allgemeinen Schwimmfüße, d. h. es ist zwischen den Vorderzehen, fast bis an ihre Spitze, eine Haut ausgespannt. In der Regel sind die Füße kurz, die Krallen kurz, niedergedrückt, die Hinterzehe meistens sehr klein, das untere Ende des

1) Es ist übrigens sehr zweifelhaft, ob Syrrhaptes ein Hühnervogel ist.

Unterschenkels nackt, mit Schuppen bedeckt. Der Schwanz in der Regel kurz. Das Gefieder dicht, elastisch. Die Schwimmvögel sind imstande, mittels der Hintergliedmaßen zu schwimmen, nicht wenige können sogar mehr oder weniger tief unter die Oberfläche des Wassers hinabschwimmen: tauchen[1]), wobei sie öfters die Flügel mit als Schwimmwerkzeuge benutzen; andere bringen nur den Kopf, Hals und Vorderleib unter das Wasser, während der übrige Körper oberhalb des Wassers bleibt. Gehen können sie meistens weniger gut; das Flugvermögen ist bei einigen gut, bei anderen mehr oder weniger rückgebildet.

1. Die Mövengruppe (*Longipennes*). Lange, spitze Flügel, kurze Hinterzehe, spaltförmige, seitlich am Schnabel angebrachte Nasenlöcher; Schwanz wohlentwickelt. Die meisten sind Küstenvögel (einige können aber auch an süßen Gewässern leben) und ernähren sich von Fischen und anderen Meerestieren, nach denen sie sich in der Regel auf das Meer niederstürzen; vorzügliche Flieger. Die Möwen (*Larus*) sind größere hellgefärbte Vögel mit einem an der Spitze gebogenen Schnabel und einem quer abgeschnittenen Schwanz; mehrere Arten an den Küsten Deutschlands. Bei den Raubmöwen (*Lestris*) sind die beiden mittleren Steuerfedern länger als die übrigen; Furchen am Schnabel, dunkle Farben; sie jagen anderen Meeresvögeln ihre Beute ab; außerdem fischen sie selbst und treten als echte Raubvögel auf, indem sie Vögel und kleinere Säugetiere rauben; nordische Vögel, an den Küsten Deutschlands selten. Die Seeschwalben (*Sterna*) weichen von den Möwen durch ihren langen, geraden, spitzen Schnabel und den gegabelten Schwanz ab; mehrere deutsche Arten.

2. Die Sturmvögel (*Tubinares*) unterscheiden sich besonders dadurch von der vorhergehenden Gruppe, daß die Nasenlöcher oben auf dem Schnabel am vorderen Ende zweier Röhren sitzen, welche längs des oberen Schnabelrandes liegen. Werden in der Regel auf offenem Meere angetroffen. Mehrere nordische Arten. Bei den großen Albatrossen (*Diomedea*), auf den Meeren der südlichen Halbkugel, liegen die Nasenlöcher anders als bei anderen Sturmvögeln.

3. Die Ruderfüßler (*Steganopodes*) haben eine große, nach innen gerichtete Hinterzehe, die durch eine Schwimmhaut mit den übrigen drei Zehen verbunden ist, so daß hier also eine Schwimmhaut zwischen allen vier Zehen vorhanden ist (Ruderfuß). Schnabel lang, gerade, in der Regel mit nach unten gebogener Spitze. Die Schwarze Scharbe oder der Kormoran (*Graculus carbo*) ist ein dunkel gefärbter Vogel mit schmalem, an der Spitze hakig gebogenem Schnabel; brütet gesellig auf Bäumen oder Felsen in der Nähe des Meeres oder süßer Gewässer, ernährt sich von Fischen; fast durch ganz Europa, Asien, Nordamerika (im Winter auch in Afrika). Die Pelikane (*Pelecanus*) sind weiß mit rötlichem oder gelblichem Anfluge; der Schnabel lang, gerade, breit, an der Spitze hakig gebogen; die Haut zwischen den Unterkieferästen sehr erweiterungsfähig, bildet in ausgedehntem Zustande einen großen Sack (zum Aufbewahren der Beute); Zunge rudimentär; zwei Arten in Süd-Europa. Der Fregattvogel (*Tachypetes aquila*), mit langen, spitzen Flügeln, gabeligem Schwanz und schwach entwickelter Schwimmhaut, lebt auf offenem Meere innerhalb der

1) Im Gegensatz zu solchen Schwimmtauchern werden diejenigen Vögel, die sich während des Fluges aus der Luft unter das Wasser hinabstürzen, als Stoßtaucher bezeichnet.

Wendekreise, ernährt sich besonders von fliegenden Fischen, welche er im Fluge ergreift.

4. Die Steißfüßler (*Pygopodes*). Flügel schwach entwickelt, aber mit gewöhnlicher Befiederung. Schnabel verschieden. Schenkel und größter Teil des Unterschenkels in die Rumpfhaut eingeschlossen, aus der nur das unterste Ende des Unterschenkels dicht beim After hervorragt. Schwanz sehr kurz. Der Körper wird beim Gange aufrecht gehalten. Sie tauchen nach Fischen, Schaltieren u. ähnl. Gehören der nördlichen kalten Zone an.

a) Die Seetaucher (*Colymbus*) besitzen gewöhnliche Schwimmfüße mit einer kleinen Hinterzehe, Schnabel lang, spitz, gerade. Hochnordische Vögel, welche am Süßwasser nisten; eine Art (*C. septentrionalis*) kommt im Winter häufig in Deutschland vor. — Die Steißfüße oder Lappentaucher (*Podiceps*) sind den Seetauchern ähnlich, unterscheiden sich aber dadurch, daß eine zusammenhängende Schwimmhaut nicht vorhanden ist, sondern jede Vorderzehe jederseits einen breiten Hautsaum besitzt (Spaltenschwimmfuß); sie bauen ein schwimmendes Nest auf stehenden Gewässern; mehrere Arten brüten in Deutschland.

b) Die Alkenfamilie (*Alcidae*) unterscheiden sich von den vorigen durch den Mangel einer Hinterzehe. Unter Wasser gebrauchen sie die Flügel als Schwimmwerkzeuge. Sie brüten gesellig am Meere. Dazu gehören: Die Lummen (*Uria*) mit ziemlich langem, geradem, zugespitztem, zusammengedrücktem Schnabel; brüten besonders an den nördlichen Meeren (auch auf Helgoland). Der Alk (*Alca torda*) mit stark zusammengedrücktem, gefurchtem, etwas gebogenem Schnabel; brütet im hohen Norden, kommt im Winter häufig an die deutschen Küsten. Mit letzterem verwandt ist der im 19. Jahrhundert ausgestorbene große Geiervogel oder Riesenalk (*Alca impennis*), dessen rückgebildete Flügel zum Flug völlig unbrauchbar waren; er lebte bei Island, Neufundland etc., in sehr alter Zeit auch an den dänischen Küsten, an Schottland, Irland etc. Der Lund oder Papageitaucher (*Mormon fratercula*) hat einen noch stärker zusammengedrückten, hohen, gefurchten Schnabel; er gräbt sich lange Röhren in die Erde und nistet in ihnen; brütet hauptsächlich an den Küsten des hohen Nordens (Island etc.).

5. Die Pinguine (*Impennes*) sind eine sehr abweichende Gruppe von Vögeln, deren ziemlich kleine Vordergliedmaßen in allen Gelenken mit Ausnahme des Schultergelenkes unbeweglich und mit kleinen schuppenähnlichen Federn bedeckt sind (keine besonders entwickelten Schwungfedern); sie sind natürlich als Flugwerkzeuge unbrauchbar, werden aber als Paddeln beim Schwimmen benutzt[1]). Ebenso wie die Alken haben die Pinguine einen aufrechten Gang; der Mittelfuß (Fig. 597 *C*) ist kurz und breit, die kleine Hinterzehe nach vorn gewendet. Der Schwanz ist sehr kurz. Die Federn sind gleichmäßig verteilt, sitzen nicht in Fluren. Leben auf der südlichen Halbkugel.

6. Die Entenvögel (*Lamellirostres*). Großer, in der Regel breiter, am Grunde höherer, gegen die Spitze abgeplatteter Schnabel, der größtenteils mit einer weichen Haut bedeckt ist, nur an der Spitze des Oberschnabels eine nagelähnliche, feste Hornplatte; längs der Kieferränder eine Reihe kleiner, in der Regel plattenförmiger Fortsätze. Dicke, weiche Zunge. Kleine Hinterzehe.

---

1) Das Tier schwimmt sogar fast ausschließlich mittels der Vordergliedmaßen, die Hinterfüße sind während des Schwimmens nach hinten gestreckt, mit dem Fußflächen nach oben gerichtet, und dienen als Steuerwerkzeuge.

a) Die Enten (*Anatinae*) sind kleinere Entenvögel mit kurzem Hals und breitem, plattem Schnabel mit einer kleinen Hornplatte; das Männchen prächtiger als das Weibchen gefärbt; Winter- und Sommerkleid verschieden. Zugvögel. Hierzu gehören die Stockente (*Anas boschas*), Stammform der Hausente, die Krickente (*A. crecca*) etc.; diese und manche andere kommen in Deutschland vor, die meisten Arten brüten aber ausschließlich oder überwiegend in nördlicheren Gegenden. — Die Tauchenten (*Fuligulinae*) weichen u. a. von den Enten dadurch ab, daß sie tauchen können; die meisten sind hochnordische Vögel, mehrere erscheinen im Winter an den deutschen Küsten. Dazu gehört die Eiderente (*Somateria mollissima*), die auf den Färöern, bei Island und Grönland massenhaft, in geringerer Anzahl z. B auf Sylt brütet. — Die Säger (*Merginae*: Gatt. *Mergus* u. a.) weichen dadurch von den Tauchenten ab, daß der Schnabel schmal, an der Spitze hakig gebogen und am Rande mit zahnartigen Fortsätzen versehen ist. Mehrere Arten in Deutschland.

b) Die Gänse (*Anserinae*). Größere, ziemlich langhalsige und hochbeinige Entenvögel. Schnabel an der Wurzel hoch und mit einer großen Hornplatte an der Spitze. Im Gegensatz zu den übrigen Entenvögeln, die sich von kleinem Getier ernähren oder Allesfresser sind, ernähren sich die Gänse vorzugsweise von Pflanzen, die sie mit ihrem Schnabel abweiden; auch leben sie weit mehr auf dem Lande als die übrigen. In der Regel kein bedeutender Geschlechtsunterschied. In Deutschland brütet die Graugans (*Anser cinereus*), die Stammform der Hausgans; mehrere nordische Gänse kommen auf dem Zug nach Deutschland.

c) Die Schwäne (*Cygnus*). Große, sehr langhalsige, aber kurzbeinige Entenvögel. In der gemäßigten und der kalten Zone. Der Singschwan (*C. musicus*) ist ein nordischer Vogel, der Deutschland auf dem Zug durchzieht. Der Höckerschwan (*C. olor*) brütet in Deutschland, wird häufig gezähmt gehalten. Der Schwarze Schwan (*C. atratus*) lebt in Neuholland.

d) Die Flamingos (*Phoenicopterus*) sind durch den sehr verlängerten Unterschenkel und Mittelfuß Watvögeln ähnlich; der Hals außerordentlich lang; der Schnabel querüber in der Mitte wie geknickt, im übrigen dem der Enten ähnlich; Zunge weich und groß; Schwimmhaut vorhanden. Eine Art dieser großen Vögel lebt in den Mittelmeerländern, watet im Wasser am Strande umher.

7. Ordnung. **Grallatores, Watvögel.**

Die Beine sind Watbeine: der untere Teil des Unterschenkels nackt, mit Schuppen bekleidet, der Mittelfuß lang, keine Schwimmhaut (ausnahmsweise ist eine solche vorhanden). Der Kopf ist klein, der Schnabel in der Regel lang und schmal. Der Hals lang, stark S-förmig gekrümmt, oft mit langen Federn, welche die Biegungen bedecken, so daß der Hals kurz und dick erscheint. In der Regel gute Flieger. Die Nahrung ist gewöhnlich tierischer Art.

1. Großschnäbelige Watvögel (*Altinares*). Schnabel groß, kräftig, weit länger als der übrige Teil des Kopfes, mit fester Hornscheide, kleinen, hochgestellten Nasenlöchern. Flügel groß. Vögel von ansehnlicher Größe, welche ihr Nest hoch über der Erde (auf Bäumen etc.) bauen und ihre Jungen füttern.

a) Die Reiher (*Herodii*). Hinterzehe lang, mit einer großen Kralle versehen, berührt in ihrer ganzen Länge die Erde. In Deutschland leben: der Fischreiher (*Ardea cinerea*), häufig, nistet gesellig auf Bäumen; die Rohrdommel (*Botaurus stellaris*), mit lockerem Gefieder und bräunlichen Farben, Nachtvogel; u. a.

b) Die Störche (*Pelargi*). Hinterzehe kürzer, mit kleinerer Kralle und höher als die anderen Zehen eingelenkt. Hierzu: Der Weiße Storch (*Ciconia alba*) und der Schwarze Storch (*C. nigra*), beide in Deutschland brütend (letzterer seltener), Zugvögel. Die Kropfstörche oder Marabus (*Leptoptilus*) mit sehr kräftigem Schnabel, kahlem Hals und Kopf, Aasfresser, in Afrika und Ostindien. Der Löffelstorch[1]) (*Platalea leucorodia*) mit stark abgeplattetem, an der Spitze breitem Schnabel, in Süd-Europa, selten in Deutschland. Der weiße Heilige Ibis (*Ibis religiosa*) der alten Aegypter zeichnet sich durch einen ziemlich dünnen, sanft gebogenen Schnabel und durch nackten Kopf und Hals aus; jetzt in Aegypten selten, häufig im Sudan und südlichen Nubien.

2. Kurzschnäblige Watvögel (*Brevirostres*). Schnabel kurz, gewöhnlich ziemlich dick, mit fester Hornscheide und großen niedrig gestellten Nasenlöchern. Die Mehrzahl sind kleine oder mittelgroße Vögel, welche auf der Erde nisten; die Jungen laufen fast gleich umher.

a) Die Regenpfeifer (*Charadriidae*). Kleinere Vögel, Hinterzehe klein oder fehlt. Unter den in Deutschland vorkommenden führen wir folgende an: Der Kiebitz (*Vanellus cristatus*) mit Federhaube auf dem Kopf, nistet auf Wiesen. Der Austernfischer (*Haematopus ostralegus*) mit langem Schnabel, am Strande. Der Goldregenpfeifer (*Charadrius pluvialis*) mit kurzem, an der Spitze kolbigem Schnabel; auf Heiden etc., nicht am Meere.

b) Die Trappen (*Otididae*). Größere, hühnerähnliche Vögel mit kurzem, kegelförmigem Schnabel und kurzen, kräftigen Zehen; die Hinterzehe fehlt. Leben in baumlosen, trockenen Ebenen. Die Große Trappe (*Otis tarda*) ist an einigen Stellen in Deutschland, z. B. in Sachsen, häufig; die Kleine Trappe (*O. tetrax*), in den Mittelmeerländern zu Hause, hat sich seit den siebziger Jahren in Thüringen als Brutvogel niedergelassen, verfliegt sich auch sonst zuweilen nach Deutschland.

c) Die Sumpfhühner (*Rallidae*). Zehen lang, die Hinterzehe wohlentwickelt, der Schnabel kürzer oder länger. Beispielsweise führen wir an: Die Wasserralle (*Rallus aquaticus*), Schnabel gerade, länger als der übrige Kopf; der Wachtelkönig (*Crex pratensis*); das Teichhuhn (*Gallinula chloropus*); das Wasserhuhn (*Fulica atra*) mit einem Hautsaum längs jeder Seite der Vorderzehen; die beiden letzteren mit einer nackten, hornigen Stirnschwiele oberhalb des Schnabels. Alle vier sind Zugvögel, welche in Deutschland brüten.

d) Die Kraniche (*Gruidae*). Ziemlich starker, gerader, spitzer Schnabel; Beine sehr hoch, Zehen kurz, Hinterzehe klein, Hals lang. Größere Vögel. Der Gemeine Kranich (*Grus cinerea*) brütet innerhalb Deutschlands nur im Nordosten, sonst in nördlicheren Ländern, kommt auf dem Zug durch.

3. Dünnschnäblige Watvögel (*Delibirostres*). Schnabel lang, dünn, oft biegsam, häufig mit einer weichen Haut versehen. Im übrigen wie die kurzschnäbligen. In der Lebensweise sind sie echte Watvögel.

1) Meistens Löffelreiher genannt.

Dazu gehören: Die Schnepfen (*Scolopax*) mit langem, geradem, weichem Schnabel (Waldschnepfe [*S. rusticola*], Mittelschnepfe [*S. major*] etc.). Die kleinen Strandläufer (*Tringa*), hochnordische Brutvögel. Der Kampfläufer (*Machetes pugnax*). Der Brachvogel (*Numenius arcuata*) mit sehr langen, bogenförmig abwärts gekrümmtem Schnabel. Der Säbelschnäbler (*Recurvirostra avocetta*) mit sehr langem, aufwärts gebogenem Schnabel und unvollständiger Schwimmhaut zwischen den Zehen. Alle genannten (und andere mehr) kommen in Deutschland vor, alle sind Zugvögel. — Die kleinen Wassertreter (*Phalaropus*), mit Hautsaum längs der Zehen, sind hochnordische Vögel (auf Island etc.), die sich selten nach Deutschland verirren. Das Männchen brütet allein die Eier aus.

8. Ordnung. **Accipitres** oder **Rapaces, Raubvögel.**

Schnabel kurz, kräftig, an der Wurzel dick. Oberschnabel stark gebogen, mit nach unten gerichteter Spitze; an der Wurzel des Schnabels eine nackte, halbfeste Haut, die Wachshaut. Raubfüße: kräftige Füße, die starken Krallen haben die Form eines langen, spitzen, gebogenen Kegels, die Hinterzehe in der Regel sehr kräftig. Flügel groß. In der Regel stattliche Vögel, die sich von Raub oder Aas ernähren. Das Weibchen größer als das Männchen. Die neugeborenen Jungen sind zwar mit Dunen dicht bekleidet, bleiben aber längere Zeit im Nest und werden von den Eltern gefüttert.

1. Tagraubvögel (*Hemeroharpages*). Kopf und Hals befiedert. Hinterzehe groß, in derselben Höhe mit den Vorderzehen eingelenkt, trägt eine sehr kräftige Kralle. Sie fangen lebendige Tiere.

a) Die Habichte (*Asturidae*). Die Hinterseite des Mittelfußes mit größeren Hornplatten bedeckt; Flügel mittellang. In Deutschland der Hühnerhabicht (*Astur palumbarius*) und der kleinere Sperber (*A. nisus*), beide Stand- oder Strichvögel. Der Sekretär (*Gypogeranus secretarius*), außerordentlich hochbeinig, Mittelfuß sehr lang, Zehen kurz, erinnert an die Watvögel; Steppenvogel, der besonders von Reptilien lebt; Afrika. — Von den Habichten weichen die Bussarde (*Buteo*) besonders durch die längeren Flügel ab. Die Weihen (*Circus*), ebenfalls mit langen Flügeln, zeichnen sich durch den Besitz eines ähnlichen „Schleiers" wie die Eulen aus.

b) Die Falken (*Falconidae*). Hinterseite des Mittelfußes mit zahlreichen kleinen Schuppen. Kurzer, kräftiger, von der Wurzel aus gebogener Schnabel mit größerem Zahn nahe der Spitze. Flügel gewöhnlich lang. Die wichtigsten in Deutschland vorkommenden sind: Der Turmfalk (*Falco tinnunculus*), der Wanderfalk (*F. peregrinus*) und der Lerchenfalk (*F. subbuteo*); alle genannten sind Zugvögel, welche in Deutschland nisten. Der Jagdfalk (*F. gyrfalco*) ist ein hochnordischer Vogel.

c) Die Adler (*Aquilidae*). Der Mittelfuß wie bei den Falken (aber häufig befiedert); Schnabel meistens länger, nur an der Spitze gebogen, sehr kräftig, ohne Zahn. Große Vögel mit langen Flügeln. Die Edeladler (*Aquila*) zeichnen sich durch den ganz befiederten Mittelfuß aus; die in Deutschland häufigste Art dieser Gattung ist der Schreiadler (*A. naevia*), selten dagegen sind die größeren, der Steinadler (*A. chrysaëtus*) und der Kaiseradler (*A. imperialis*). Der große Seeadler (*Haliaëtus albicilla*), dessen Mittelfuß nur in der oberen Hälfte befiedert ist, lebt sowohl von Landtieren als von Fischen; besonders in

Norddeutschland. Der Flußadler (*Pandion haliaëtus*) zeichnet sich durch den kurzen Schnabel und dadurch aus, daß die äußere Zehe eine Wendezehe ist (kann nach hinten gerichtet werden); nährt sich von Fischen; kosmopolitisch, ist in allen fünf Weltteilen gefunden. — Der Rote Milan (*Milvus regalis*) unterscheidet sich von den Adlern durch seinen kleineren Schnabel; Schwanz gegabelt; häufig in Deutschland. — Zu den Adlern gehört auch der große Lämmergeier (*Gypaëtus barbatus*), in den Gebirgsgegenden Süd-Europas und Süd-Asiens (früher in den Alpen, wo er jetzt ausgerottet ist). Er wurde früher zu den Geiern gerechnet, denen er in der Lebensweise ähnlich ist (er nährt sich hauptsächlich von Aas), Kopf und Hals sind aber mit echten Federn bekleidet.

2. Die Ostgeier (*Saproharpages*). Kopf und meist auch der obere Teil des Halses kahl oder mit Dunen bekleidet. Hinterzehe groß, mit den übrigen Zehen auf gleicher Höhe eingelenkt. Die Krallen weniger kräftig, etwas niedergedrückt. Flügel groß. Zahlreiche kleine Schuppen auf der Hinterseite des Mittelfußes. Große Vögel, die sich meistens von Aas ernähren, leben in den heißeren Teilen der alten Welt. Der große Weißköpfige Geier (*Vultur fulvus*), dessen Kopf und Hals mit weißlichem Flaum bedeckt ist, und der kleinere Aasgeier (*Neophron percnopterus*) mit nacktem Kopf und sehr langem, dünnem Schnabel, leben in den Mittelmeerländern und in Afrika.

3. Die Westgeier (*Necroharpages*). Kopf und oberer Teil des Halses nackt. Hinterzehe kleiner, höher als die übrigen eingelenkt. Nasenscheidewand durchbrochen. Sehr große Flügel. Aasfresser; in Amerika, besonders Südamerika. Die größte Art ist der Kondor (*Sarcorhamphus gryphus*), weit kleiner die Rabengeier (*Cathartes*).

4. Die Eulen (*Nyctharpages*) Der hintere Teil des Kopfes so breit, daß die Augen nach vorn gerichtet sind (bei anderen Raubvögeln sind sie seitwärts gerichtet). Das Gesicht ist von einem Kreis von kurzen eigentümlichen Federn, dem Schleier, eingefaßt; außerdem ein Federkranz um jedes Auge; zwischen diesem Kranz und dem Schleier die große Ohröffnung. Borstenartige Federn umgeben die Schnabelwurzel. Das Gefieder weich, in der Regel bräunlich gesprenkelt. Die Außenzehe (Nr. 4) ist eine Wendezehe, die nach hinten gewendet werden kann. Der Fuß mit den Zehen gewöhnlich befiedert.

a) Tageulen (*Striges diurnae*). Die Ohröffnung einfach, ohne Deckel. Schleier oben unvollständig. Sie jagen sowohl am Tage wie abends. Hierher gehören von deutschen Eulen u. a. der große Uhu (*Bubo maximus*), mit zwei Federbüscheln am Kopfe; häufiger als dieser ist der kleine Steinkauz (*Athene noctua*).

b) Nachteulen (*Striges nocturnae*). Ohröffnung sehr groß, von einer Klappe (Hautfalte) überdeckt. Schleier vollständig. In Deutschland leben u. a. der Waldkauz (*Syrnium aluco*), die Waldohreule (*Otus vulgaris*), mit zwei aufrichtbaren Federbüscheln auf dem Kopf, und die fast kosmopolitische Schleiereule (*Strix flammea*).

9. Ordnung. **Oscines, Singvögel.**

Füße dünn, zart gebaut. Die Hinterzehe, die kräftig und mit einer größeren Kralle als die anderen Zehen ausgestattet ist, kann für sich bewegt werden, während sie bei allen anderen Vögeln stets nur gleichzeitig mit den Vorderzehen bewegt werden kann (weil eine der Beugesehnen der Hinterzehe bei den Vögeln im allgemeinen

mit einer der Beugesehnen der Vorderzehen verbunden ist, während dieselbe bei den Singvögeln frei ist). Die Flügeldeckfedern klein und in geringer Zahl vorhanden. Bei der Mehrzahl ist die Hinterseite des Mittelfußes größtenteils von zwei langen, schmalen Platten bedeckt (anstatt wie gewöhnlich von zahlreichen Schuppen). Am unteren Ende der Luftröhre finden sich in der Regel mehrere kleine, sonst den Vögeln fehlende Muskeln (Singmuskeln). Nestbau oft ziemlich künstlich. Gewöhnlich Körner-, Beeren- oder Insectenfresser.

1. Drosselvögel (*Turdiformes*). Schnabel gewöhnlich gerade oder an der Spitze schwach gebogen, oft mit einem Einschnitt vorn am Rande des Oberkiefers; die Nasenlöcher sitzen niedrig.

a) Die Sänger (*Sylviadae*). Schnabel ziemlich schwach, zusammengedrückt, mittellang, mit einem seichten Einschnitt. Kleine oder mittelgroße Vögel, zum Teil ausgezeichnete Sänger. Ernähren sich von Insecten und Beeren. Hierzu gehören von deutschen Vögeln unter anderen folgende: Die Drosseln (*Turdus*): Schwarzdrossel oder Amsel (*T. merula*), Ringdrossel (*T. torquatus*), Singdrossel (*T. musicus*) etc. Die Wasseramsel (*Cinclus aquaticus*), ungefähr von gleicher Größe wie die Drosseln, an fließendem Wasser, taucht; Standvogel. Die Nachtigall (*Luscinia philomela*), das Rotkehlchen (*L. rubecula*). Die Gattung *Sylvia* (Grasmücken, Rohr- und Laubsänger), kleine zarte Vögel, meistens von unansehnlicher Färbung. Die Goldhähnchen (*Regulus*) und der Zaunschlüpfer (*Troglodytes parvulus*), die kleinsten Vögel Deutschlands. Die Bachstelzen (*Motacilla*) mit langem, wippendem Schwanz, an kleinen Gewässern.

b) Die Würger (*Laniadae*) unterscheiden sich von den Sängern durch ihren stärkeren Schnabel, der jederseits am Rande dicht innerhalb der gebogenen Spitze mit einem starken Zahn versehen ist. Sie fangen Insecten und kleine Wirbeltiere und spießen sie auf Dornen. Mehrere Arten in Deutschland.

c) Die Meisen (*Paridae*) sind kleine Vögel mit weichem Gefieder; Schnabel kurz, ziemlich dick, ohne Einschnitt. Insectenfresser, die zumeist in hohlen Bäumen und an ähnlichen Orten brüten. Hierhin die Kohlmeise (*Parus major*), die Blaumeise (*P. cyaneus*), die Schwanzmeise (*P. caudatus*) u. a.

d) Der Seidenschwanz (*Ampelis garrulus*) hat einen ziemlich kurzen, an der Wurzel etwas breiteren Schnabel; das Gefieder weich. Die merkwürdigste Eigentümlichkeit des Vogels ist, daß am distalen Ende der Armschwungfedern und zuweilen auch der Steuerfedern einige Aeste mit der Spitze des Schaftes zu einem spatelförmigen Plättchen verwachsen. Brütet im hohen Norden, kommt im Winter bisweilen nach Deutschland. — Einer verwandten Gruppe gehört der Pirol (*Oriolus galbula*) an, der schön gelb, von der Größe einer Drossel ist. In Deutschland.

2. Kegelschnäbler (*Conirostres*). Schnabel kurz, dick, kegelförmig, mit hochliegenden Nasenlöchern. Sie ernähren sich besonders von Samen; die Jungen werden z. T. mit Insecten gefüttert.

a) Die Finken (*Fringilla*). Schnabel dick, ohne hakige Spitze. Der Kernbeißer (*F. coccothraustes*), der größte deutsche Fink, Schnabel außerordentlich dick und kräftig. Der Buchfink (*F. coelebs*), Strich- oder Zugvogel. Die Hänflinge: Grünfink (*F. chloris*), Bluthänfling (*F. cannabina*) etc. Der Stieglitz (*F. carduelis*). Der Haussperling (*F. domestica*) in Europa, Asien, Nord-Afrika, auch nach Amerika und Australien eingeführt, hat sich in Nordamerika ungeheuer stark vermehrt;

der Feldsperling (*F. montana*). Der Dompfaff oder Gimpel (*F. pyrrhula*). Alle genannten in Deutschland, die meisten Stand- oder Strichvögel. Von fremden Formen nennen wir nur den Kanarienvogel (*F. canaria*), von den kanarischen Inseln (eine Zuchtvarietät gelb).

b) Die Ammern (*Emberiza*). Schnabel an der Spitze zusammengedrückt, Oberschnabel schmäler und niedriger als der Unterschnabel, Schnabelränder eingebogen; meistens ein harter Höcker am Gaumen. Die Grauammer (*E. miliaria*), die Goldammer (*E. citrinella*) u. a. in Deutschland.

c) Die Kreuzschnäbel (*Loxia*) sind besonders dadurch ausgezeichnet, daß die Spitzen des Ober- und Unterschnabels einander kreuzen. Nadelwaldvögel.

3. Rabenvögel (*Corviformes*). Kräftiger, ziemlich großer, ungefähr gerader Schnabel; ziemlich kräftige Füße. Meistens größere, gesellig lebende, allesfressende Vögel.

a) Der Star (*Sturnus vulgaris*), mittelgroßer Vogel mit langem, geradem, niedergedrücktem Schnabel; die Nasenlöcher nicht von Federn bedeckt. Höhlenbrüter, Insectenfresser, Zugvogel. — Verwandt ist der Hirtenvogel (*Pastor roseus*), dessen Schnabelfirst sanft gebogen ist; ebenfalls Höhlenbrüter, in den Mittelmeerländern, verirrt sich selten nach Deutschland.

b) Die Rabenfamilie (*Corvidae*), mit sehr kräftigem, vorn zusammengedrücktem, etwas gebogenem Schnabel; die Nasenlöcher sind von borstenartigen Federn bedeckt. Größere Vögel. Der Rabe (*Corvus corax*), der größte deutsche Singvogel, ganz schwarz; nicht sehr zahlreich. Die ganz schwarze Rabenkrähe (*C. corone*) und die teilweise graue Nebelkrähe (*C. cornix*), geographische Varietäten derselben Art, die R. die westliche, die N. die östliche Form (Grenze etwa die Elbe). Die Saatkrähe (*C. frugilegus*), ganz schwarz, die Borstenfedern an der Schnabelwurzel fehlen den Alten. Die Dohle (*C. monedula*), schieferschwarz, Schnabel kürzer als bei den genannten. Die Elster (*Pica caudata*), mit langem, stufigem Schwanz, schwarz und weiß. Der Eichelheher (*Garrulus glandarius*), bunt gefärbter Vogel mit kürzerem Schnabel, dessen Spitze hakig gebogen ist. Der Tannenheher (*Nucifraga caryocatactes*), mit langem, fast geradem Schnabel, nicht häufig in Deutschland.

c) Die Paradiesvögel (*Paradiseidae*) zeichnen sich besonders durch die prächtigen Farben und eigentümliche Ausbildung des Gefieders aus, die den Männchen eigen sind, während die Weibchen bescheidener ausgestattet sind. Ziemlich große Vögel, mit kräftigem, zusammengedrücktem Schnabel und von Federn überdeckten Nasenlöchern. Neuguinea und anliegende Inseln.

4. Die Schwalben (*Longipennes*). Flügel sehr lang, Füße kurz, Schnabel kurz, an der Wurzel breit, die Mundwinkel erstrecken sich weit nach hinten. Kleine Vögel, ausgezeichnete Flieger, Insectenfresser, Zugvögel. In Deutschland leben die Rauchschwalbe (*Hirundo rustica*) mit braunroter Kehle und die Hausschwalbe (*H. urbica*), die beide ihr bekanntes Nest aus Erde und Speichel bauen, und die braungraue Uferschwalbe (*H. riparia*), welche ihre horizontalen, $1-1^1/_2$ m langen Niströhren in senkrechten Uferwänden gräbt, um in dem inneren, etwas erweiterten Ende zu brüten.

5. Die Lerchen (*Alaudidae*) unterscheiden sich von allen vorhergenannten Singvögeln dadurch, daß die Hinterseite des Mittelfußes von

mehreren kleinen Platten bedeckt ist. Die Hinterzehe mit einer langen, geraden Kralle. Schnabel mittellang, ziemlich kräftig, fast gerade, First gebogen. Sie leben besonders von Samen. Brüten auf dem Boden. — Mit den Lerchen verwandt ist der Wiedehopf (*Upupa epops*) mit langem, dünnem, gebogenem Schnabel, einer ähnlichen Hinterkralle wie die Lerchen; am Kopfe ein aufrichtbarer Federbusch. Insectenfresser, Zugvogel. In Deutschland.

10. Ordnung. **Clamatores. Schreivögel.**

Unterscheiden sich dadurch von den Singvögeln, daß die Hinterzehe und namentlich die Hinterkralle weniger kräftig ist und daß die Hinterzehe nicht für sich bewegt werden kann. Keine Singmuskeln.

1. Die Segler (*Cypselidae*). Der Mund sehr groß, die Mundspalte setzt sich unterhalb des Auges nach hinten fort; Schnabel kurz, schwach, am Grunde breit und abgeplattet; ungemein lange Flügel; sehr kleine Füße. Schwalbenähnliche Vögel, Insectenfresser. In Deutschland lebt der Mauersegler (*Cypselus apus*), dessen Hinterzehe nach vorn gedreht ist (Klammerfuß); das schüsselförmige Nest findet sich in Mauerlöchern etc. und wird aus Strohhalmen, Federn u. dgl. gebaut, die von dem leimartigen Speichel zusammengehalten werden. Die Salanganen (*Collocalia*), mit normaler Fußform, sonst aber der vorigen Art ähnlich, in Ostindien, bauen ihr Nest ausschließlich aus Speichel (eßbare Vogelnester). — Zu einer verwandten Familie gehört die Nachtschwalbe oder der Ziegenmelker (*Caprimulgus europaeus*), der größer ist, mit bräunlichen, eulenartigen Farben; Nachttier, legt seine Eier an den Boden ohne Unterlage; in Deutschland.

2. Die Kolibris (*Trochilidae*). Schnabel lang, dünn, röhrenförmig; Zunge tief gespalten, jede Hälfte abgeplattet und zu einer Röhre aufgerollt, womit sie Honig aus Blumen aufsaugen; die Zunge kann weit aus dem Munde hervorgestreckt werden. Außerdem verzehren sie Insecten. Flügel lang, Füße kurz. Prächtige Farben, besonders beim Männchen, außerdem oft eigentümliche Ausbildung gewisser Federn. Zu dieser Familie, die nur in den wärmeren Teilen Amerikas vertreten ist, gehören die kleinsten aller Vögel.

3. Die Eisvögel (*Alcedinidae*) haben einen geraden, kräftigen, kantigen Schnabel. Bunt gefärbt, meistens in wärmeren Ländern zu Hause. In Deutschland der langschnäblige Königsfischer (*Alcedo ispida*), der von Fischen lebt. — Die Nashornvögel (*Bucerotidae*) haben einen sehr langen, dicken, etwas gebogenen Schnabel, der an der Wurzel meistens einen größeren Aufsatz trägt. Afrika und Ostindien.

4. Die Tauben (*Columbidae*) zeichnen sich besonders dadurch aus, daß der ziemlich kurze Schnabel nur an der Spitze eine feste Hornbekleidung besitzt, an der Wurzel dagegen weich ist. Die gewöhnlichste deutsche Art ist die Ringeltaube (*Columba palumbus*). Die Felsentaube (*C. livia*), an den Küsten des Mittelmeeres, bei England etc., ist die Stammform der in zahlreiche Rassen gespaltenen zahmen Taube. — Die ausgerottete Dronte (*Didus ineptus*) war eine schwanengroße, sehr plumpe, mit kräftigen Beinen und starkem Schnabel versehene Taube, die wegen der sehr geringen Größe der Flügel nicht fliegen konnte; auch der Schwanz war sehr rückgebildet. Sie lebte auf Mauritius, wurde am Schluß des 17. Jahrhunderts ausgerottet.

11. Ordnung. **Scansores, Klettervögel.**

Unterscheiden sich dadurch von den Schreivögeln, daß die äußere Vorderzehe (Zehe Nr. 4) nach hinten gewendet ist, so daß sie zwei Vorder- und zwei Hinterzehen besitzen.

1. Die Kuckucke (*Cuculidae*) haben einen mittellangen, etwas gebogenen Schnabel; die äußere Hinterzehe (Zehe Nr. 4) kann nach der Seite gewendet werden (Wendezehe). Hierzu gehört der gemeine Kuckuck (*Cuculus canorus*), der seine Eier in die Nester anderer Vögel (Singvögel) legt, um sie von diesen ausbrüten zu lassen; Insectenfresser, Zugvogel.

2. Die Spechte (*Picidae*) haben einen sehr kräftigen, geraden, kantigen, an der Spitze zusammengedrückten, keilförmigen Schnabel; die Zunge, die sehr weit aus dem Munde hervorgestreckt werden kann, ist an den Seitenrändern mit feinen, nach hinten gerichteten Widerhäkchen versehen; die Schwanzfedern sehr steif (Stützschwanz). Waldvögel, die sich von holzbohrenden Larven und anderen Insecten, dabei aber auch von Samen ernähren; brüten in selbstgemeißelten Baumhöhlen; Stand- oder Strichvögel. In Deutschland leben unter anderen der Schwarzspecht (*Picus martius*), der Grünspecht (*P. viridis*) und mehrere Arten von Buntspechten (*P. major* etc.). — Mit den Spechten verwandt ist der Wendehals (*Iynx torquilla*), mit kegelförmigem, nicht keilförmigem Schnabel; die Schwanzfedern sind so weich, daß der Schwanz nicht als Stütze dienen kann; Zugvogel, in Deutschland.

3. Die Papageien (*Psittacidae*) haben einen ungemein kurzen, dicken, stark gebogenen Oberschnabel und einen kurzen, abgestutzten Unterschnabel; Oberschnabel sehr beweglich, Zunge dick und weich. Tropische Vögel mit lebhaften Farben (grün, rot etc.), Pflanzenfresser.

4. Die Tukane oder Pfefferfresser (*Rhamphastidae*) haben einen sehr großen, dicken, etwas gebogenen, am Rande oft gekerbten Schnabel, welcher fast von der Länge des Rumpfes ist; die Zunge ein schmales, horniges, am Rande zerfasertes Band. Fruchtfresser. Vögel von mittlerer Größe, mit prachtvollen Farben, Südamerika.

6. Klasse. **Mammalia, Säugetiere.**

Bezeichnend für die äußere Form der Säugetiere ist es, daß der Schwanz zu einem dünnen, längeren oder kürzeren Anhang rückgebildet ist, der für das Tier nur von untergeordneter Bedeutung ist und namentlich nicht im Dienste der Bewegung steht, während die als Bewegungsorgane fungierenden Gliedmaßen stark entwickelt sind, so daß der Rumpf mehr oder minder hoch über dem Erdboden getragen wird; der Ellbogen ist nach hinten, das Knie nach vorn, die Finger- und Zehenspitzen nach vorn gerichtet; oft ruht das Tier nicht auf dem ganzen Fuß, sondern nur auf den Zehen oder sogar nur auf deren Spitzen, während der übrige Teil in die Höhe gerichtet ist und somit zur Verlängerung der Gliedmaße beiträgt [1]). Der Hals ist wohlentwickelt, von sehr verschiedener, meist der Ausbildung der Gliedmaßen entsprechender Länge. Innerhalb der Klasse finden wir übrigens neben dem Gangtypus als der gewöhnlichen Form, verschiedene

1) Bei den besten Läufern sind die Gliedmaßen am meisten verlängert und die Fläche, welche die Erde berührt, am kleinsten (Huftiere).

andere Typen entwickelt: springende, fliegende, schwimmende Formen etc. (vergl. die Reptilien). Indem so der Körper einer abweichenden Lebensweise angepaßt ist, kann auch die äußere Gestalt zuweilen von der gewöhnlichen sehr abweichen, was namentlich bei gewissen schwimmenden Säugetieren (den Walen) sehr auffällig wird; bei diesen wird der Hals auf ein Minimum rückgebildet, die Gliedmaßen treten sehr zurück, während der Schwanz eine enorme Entwicklung erlangt, so daß die äußere Gestalt des Tieres in höchstem Grad fischähnlich wird.

Die Haut besteht aus den gewöhnlichen Schichten (Corium, Epidermis mit Schleim- und Hornschicht); an der Oberfläche des Coriums finden sich kürzere oder längere Papillen, die sich in die Schleimschicht hinein erstrecken. Pigment kann teils in der Epidermis (sowohl in der Schleim- als in der Hornschicht), teils im Corium vorhanden sein. — Die Hornschicht wird nicht auf einmal abgeworfen, sondern löst sich in kleinsten Stückchen (als Staub) ab.

Der größte Teil der Haut ist bei den Säugetieren im allgemeinen mit Haaren bekleidet, die einen der charakteristischsten Bestandteile ihres Körpers ausmachen und nur bei sehr wenigen Formen ganz fehlen. Die Haare sind fadenförmige Gebilde, die aus verhornten Zellen bestehen; nur das proximale Ende des Haares besteht aus lebendigen Zellen. Das Haar steckt in einer schlauchförmigen Einstülpung der Haut, dem Haarbalg, der von einer Fortsetzung der Epidermis, der Wurzelscheide, ausgekleidet ist; im Boden des Haarbalges erhebt sich ein starker Corium-Zapfen, die Haarpapille, welcher das proximale Ende des Haares aufsitzt; hier gehen die Wurzelscheide und das proximale Ende des Haares ineinander über. Das Haar wächst natürlich nur am proximalen Ende, durch Teilung der dortigen Zellen, von denen die distalen allmählich verhornen. In vielen Haaren findet man ein inneres, aus lockeren Zellen zusammengesetztes, lufthaltiges Mark, das von der festen Rinde umgeben ist; zu äußerst liegt eine Schicht dünner, plattenförmiger Zellen, das Oberhäutchen des Haares: manche, besonders dünnere, Haare

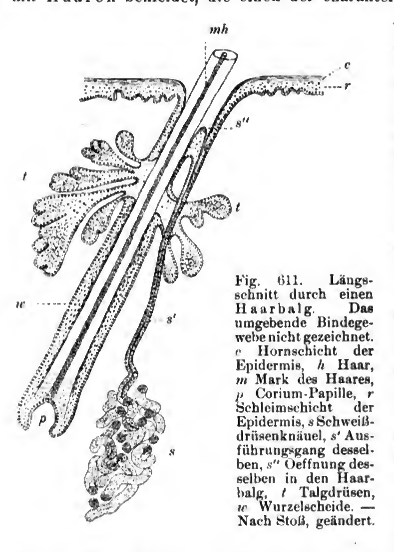


Fig. 611. Längsschnitt durch einen Haarbalg. Das umgebende Bindegewebe nicht gezeichnet. *c* Hornschicht der Epidermis, *h* Haar, *m* Mark des Haares, *p* Corium-Papille, *r* Schleimschicht der Epidermis, *s* Schweißdrüsenknäuel, *s'* Ausführungsgang desselben, *s''* Oeffnung desselben in den Haarbalg, *t* Talgdrüsen, *w* Wurzelscheide. — Nach Stoß, geändert.

bestehen aber nur aus Rinde und Oberhäutchen, während andererseits in manchen Haaren das Mark den größten Teil des Haares ausmacht (z. B. beim Reh). — Bei manchen Säugetieren kann man zwei Arten von Haaren unterscheiden, Grannenhaare und Wollhaare, letztere feiner und von den anderen überdeckt. Eigentümliche lange, kräftige, steife, regelmäßig angeordnete Haare sind die sog. Tast- oder Spürhaare (*Vibrissae*), deren Haarbälge von einem blutgefüllten Hohlraum umgeben sind; wenn dieses mit Blut stark gefüllt wird, sitzen die Haare steif und starrend. Die Spürhaare, die über die benachbarten Haare hinausragen, finden sich u. a. allgemein an der Oberlippe; weiter gruppenweise oder zerstreut unterhalb und oberhalb des Auges, unten am Unterarm, am Bauche usw.; bei einigen Säugetieren sind deren viele, bei anderen wenige, selten gar keine (Mensch) vorhanden. Längs des Randes der Augenlider finden sich oft andere eigentümliche steife Haare, die Augenwimpern. Bei einzelnen Säugetieren erreicht ein Teil der Haare eine enorme Entwicklung; die Stacheln des Igels, des Stachelschweines und anderer sind stark entwickelte Haare (vergl. Fig. 76, S. 93). Die Haare, die größtenteils der Haut schief eingepflanzt sind, sitzen in regelmäßiger Anordnung, meistens in kleinen Gruppen oder Büscheln. — Am Grunde des Haarbalges heften sich an denselben glatte Muskelbündel, die im Corium entspringen; durch ihre Kontraktionen richtet sich das schräg liegende Haar mehr auf. Auch Nerven gehen an die Haare (richtiger an die Haarbälge), namentlich an die oben genannten Spürhaare, die wichtige Tastwerkzeuge sind.

Ebenso wie die Federn der Vögel werden auch die Haare in gewissen Zwischenräumen abgeworfen und durch neue ersetzt: es löst sich die Verbindung zwischen den lebendigen Epidermiszellen am proximalen Ende des Haares und den verhornten Zellen des Haares, so daß letzteres lose im Haarbalg steckt, und es bildet sich im Boden des Haarbalges ein neues Haar. Bei einigen Säugetieren (dem Menschen, Affen) findet der Haarwechsel, die Haarung, das ganze Jahr hindurch allmählich statt, bald wird ein, bald ein anderes Haar abgestoßen und durch ein neues ersetzt. Bei anderen ist aber der Haarwechsel für jedes Jahr überwiegend auf einen kürzeren Zeitraum konzentriert: es findet alljährlich, und zwar bei den nordischen Säugetieren im Frühling, eine sich über den ganzen Körper erstreckende Haarung[1]) statt, wobei sowohl Grannen- als Wollhare abgeworfen werden. Gleichzeitig treten neue Grannenhaare auf, auch die Spitzen der Wollhaare sprossen hervor, während die vollständige Entwicklung der letzteren erst später im Jahre erfolgt. Bei einigen, welche im Sommer dunkel, im Winter weiß gefärbt sind, findet eine Umfärbung[2]) des Sommerkleides im Spätherbst statt, so z. B. beim Schneehasen. — Bei anderen Säugetieren, deren Sommer- und Winterpelz verschieden sind, vollzieht sich aber auch im Herbst ein Haarwechsel, z. B. bei den Hirschen.

Bei einer nicht ganz geringen Anzahl von Säugetieren finden sich an größeren oder kleineren Partien des Körpers ähnliche Schuppen oder Platten wie bei den Reptilien (Schuppentier, Gürteltier, Schwanz der Mäuse). Zuweilen, z. B. bei den Gürteltieren, enthält die Coriumpartie jeder

1) Daneben kann bei solchen auch ein Wechsel einzelner Haare zu anderen Zeiten stattfinden.

2) Vergl. das über die Verfärbung der Federn S. 590 gesagte.

Schuppe oder Platte eine Verknöcherung; übrigens finden wir aber auch unabhängig hiervon bei einzelnen Säugetieren größere oder kleinere Verknöcherungen im Corium.

Mit der Haut sind zahlreiche, gewöhnlich fast über die ganze Oberfläche verbreitete kleine Drüsen verbunden, von denen man zwei Hauptformen unterscheidet: Talgdrüsen und Schweißdrüsen. Die Talgdrüsen sind kleine traubige Drüsen, die fast immer in die Haarbälge, selten frei an der Oberfläche des Körpers, ausmünden, weshalb sie in der Regel an den haarlosen Stellen fehlen; sie sondern eine fettartige Masse ab. Die Schweißdrüsen sind einfache (selten verzweigte) schlauchförmige Drüsen, deren unterer Teil, welcher in der Regel in dem lockeren Bindegewebe unterhalb der Haut liegt, meistens zu einem Knäuel aufgewickelt ist (daher auch Knäueldrüsen genannt). Auch die Schweißdrüsen münden sehr häufig in die Haarbälge, doch näher an deren Oeffnung als die Talgdrüsen; manche münden ganz selbständig, z. B. in großer Anzahl an gewissen unbehaarten Partien der Körperoberfläche. Ebenso wie die Talgdrüsen sind sie an verschiedenen Teilen der Haut in verschiedener Zahl und Größe vorhanden. Die meisten Schweißdrüßen sondern die unter dem Namen Schweiß bekannte Flüssigkeit ab, die größtenteils in Dampfform den Organismus verläßt; an einigen Hautstellen hat aber ihr Secret eine andere, mehr fettartige Beschaffenheit (die Ohrschmalzdrüsen sind solche eigentümliche Schweißdrüsen).

Die bei den Säugetieren allgemein vorhandenen Milchdrüsen sind Gruppen eigentümlich umgebildeter Schweißdrüsen. In ihrer ursprünglichsten Form kommen sie bei den Monotremen vor. Bei diesen findet man am Bauche jederseits eine Hautstelle, an der eine Gruppe sehr großer, verzweigter Schweißdrüsen vorhanden ist, die zusammen einen in reifem Zustande ansehnlichen Drüsenkissen bilden; diese Drüsen münden wie gewöhnlich in die Haarbälge nahe an deren Ausmündung, und die betreffende Hautstelle ist wenig oder gar nicht von den benachbarten Hautpartien unterschieden (bei Echidna kann sie ein wenig erhöht sein); das Secret dieser Schweißdrüsen ist stark fetthaltig, gelblich, sahnenartig und wird zur Ernährung des jungen Tieres verwendet. Bei den übrigen Säugetieren sind die Haare an den Stellen, wo die milchabsondernden Drüsen ausmünden, in Wegfall gekommen, und letztere münden stets an der Spitze nackter hervortretender Hautwarzen, Zitzen; meist sind an jeder Zitze mehrere Drüsenöffnungen vorhanden (etwa 20 beim Menschen, 5—8 beim Hunde, 2 beim Pferd), selten nur eine (Wiederkäuer); in der Regel finden sich zwei Längsreihen von Zitzen an der Unterseite des Rumpfes, 1—7 in jeder Reihe (am größten ist die Anzahl bei denjenigen Tieren, die viele Junge auf einmal gebären). Die Drüsen sind von ansehnlicher Größe und stark verzweigt; die Endäste sind bläschenförmig erweitert, weshalb die Drüsen früher als umgebildete Talgdrüsen aufgefaßt wurden; der Vergleich mit den Milchdrüsen der Monotremen zeigt aber, daß wir es in der Tat mit umgebildeten Schweißdrüsen zu tun haben; die Milchdrüsen der Monotremen sind nämlich ganz zweifellos Schweißdrüsen (bei den Monotremen sind sie nicht bläschenförmig erweitert, sondern schlauchförmig)[1]. Während der Trächtigkeit nehmen die Milchdrüsen

1) Die Art der Secretion der Milchdrüsen ist auch dieselbe wie die der Schweißdrüsen, nämlich die bei Drüsen gewöhnliche, während das Secret der Talgdrüsen durch Zerfall der Drüsenzellen entsteht (vergl. S. 11).

an Umfang und Ausbildung zu, und nach der Geburt der Jungen sondern sie eine Zeitlang die Milch ab, eine wässerige Flüssigkeit, in der zahlreiche Fettröpfchen suspendiert sind (letztere sind es, die der Milch die weiße Farbe geben, die auf einem Lichtreflex von den kleinen Fettröpfchen beruht); nach Beendigung des Säugens bildet sich die Drüse zum großen Teil wieder zurück. — Die Milchdrüsen der Säugetiere sind in rudimentärer Form meistens auch beim Männchen vorhanden.

Die Milchdrüsen sind nicht der einzige Fall einer besonders mächtigen Entwicklung von Hautdrüsengruppen. An verschiedenen Stellen der Säugetierhaut können sich begrenzte Gruppen von Hautdrüsen besonders stark entwickeln, so daß sie ähnlich, wie es bei der Milchdrüse der Fall ist, förmliche Drüsenkissen unterhalb der Haut bilden. Diese Drüsenkissen verdanken ihre Entstehung einer außerordentlich starken Entwicklung entweder der Talgdrüsen, die sich dann stark verzweigen, oder der Schweißdrüsen, die ebenfalls verzweigt werden können; aber es kann auch eine starke Ausbildung beider Sorten an derselben Stelle vorkommen. Die betreffenden Hautpartien können in demselben Niveau mit der übrigen Haut liegen oder mehr oder weniger grubig oder sackförmig vertieft sein; sie sind meistens behaart (in der Regel jedoch in abweichender Weise). Zahlreiche derartige Hautdrüsengruppen kommen bei den Wiederkäuern im Gesicht, in dem Spalt zwischen den Zehen 3 und 4 (Klauensäcke), um den Schwanz herum (Edelhirsch) etc. vor, andere bei den Raubtieren (Analsäcke), bei den Spitzmäusen, beim Menschen (in der Achselhöhle) usw.

An der Unterseite der Füße sind bei den Säugetieren hervortretende nackte Hautkissen, Ballen, entwickelt, die von einer dicken elastischen Hornschicht überdeckt sind und in ihrem Lederhautteil zahlreiche elastische Fasern enthalten; sie sind mit Schweißdrüsen versehen. Am Ende jeder Zehe ist ein solches vorhanden, ein Zehenballen; an der Basis der Zehen, auf der Grenze des Mittelfußes, eine Querreihe von 4 Zwischenballen, einem hinter jedem Zwischenraum der Zehen; endlich weiter hinten auf der Unterseite des Mittelfußes zwei Proximalballen. Die Hautpartien zwischen den Ballen können nackt oder behaart sein. Die Ballen sind nicht immer alle vorhanden; bei Tieren, die nur mit einem Teil des Fußes die Erde berühren, können z. B. einige in Wegfall kommen; weiter können einige davon verschmelzen etc.

Ebenso wie die Reptilien und Vögel besitzen auch die Säugetiere an den Zehenspitzen eine dütenförmige Kralle, die ebenso wie bei jenen in eine festere dorsale



Fig. 612 Hinterfuß einer Ratte von der Unterseite, vergr. *1* Daumen, *5* fünfte Zehe, *m* Zwischenballen, *p* Proximalballen, *t* Zehenballen. — Orig.

(und seitliche) Krallenplatte und eine aus lockrerem Horn bestehende ventrale Krallensohle zerfällt; die Düte ist an der Basis

Fig. 613. *A* Kralle eines Säugetiers (von der unterliegenden Haut abgelöst), *B* Nagel eines Affen, *C* Huf. Schemata. *s* Krallensohle; das Uebrige Krallenplatte. — Orig.

schräg abgeschnitten, und zwar derart, daß die Krallensohle kürzer ist als die Krallenplatte; letztere stellt eine sowohl längs als quer gewölbte Hornplatte dar, während erstere abgeplattet oder unten konkav ist. Die Krallenplatte ist in der Regel am Grunde von einer ansehnlichen Hautfalte, dem Krallenwall (Fig. 615, *w*) bedeckt. — Die Nägel der Affen weichen dadurch von den meisten Krallen ab, daß die Krallensohle sehr verkürzt ist und aus sehr weichem Horn besteht (letzteres kann auch bei manchen „echten“ Krallen der Fall sein) und daß die Krallenplatte sowohl längs als quer weniger gewölbt ist; beim Menschen ist die Krallensohle sogar fast völlig verschwunden (ein winziger Ueberrest liegt unter dem Rand der Krallenplatte), und was man beim Menschen als Nagel bezeichnet, ist die Krallenplatte allein. — Die als Hufe und Klauen bezeichneten Modifikationen der Kralle sind dadurch ausgezeichnet, daß sie kurz und am Ende stumpf sind, daß die sehr dicke Krallenplatte nur der Quere nach, dagegen nicht (oder sehr wenig) der Länge nach gebogen ist, die Krallensohle dick und fest und der Krallenwall sehr schwach entwickelt ist. Diese Eigenschaften der Hufe stehen in Beziehung zu ihrer Funktion, das Tier während des Ganges zu tragen, während bei den Krallenträgern nur die Ballen diese Funktion besitzen und die Krallen beim Klettern, Graben etc. dienen (wobei unter anderem eine solide Befestigung mittels eines starken Krallenwalles von besonderer Bedeutung erscheint).

Bei den meisten Huftieren besteht eine innigere Verbindung des Hufes mit der Hornschicht des Zehenballens. Beim Pferd (Fig. 614 *D*) ist der Huf sozusagen um den Zehenballen (den „Strahl“) zusammengebogen, so daß letzterer in einem hinteren Ausschnitt des Hufes seinen

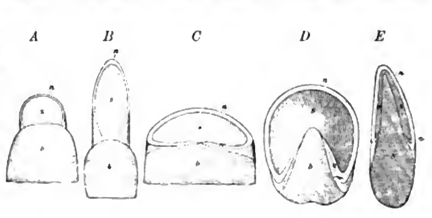


Fig. 614. Spitze der Zehe von unten gesehen; *A* eines Affen, *B* eines Krallentieres, *C* des Nashorns, *D* des Pferdes. *E* des Elentieres; schematisiert. *b* Zehenballen, *n* Rand der Krallenplatte, *s* Krallensohle. — Orig.

Platz hat; ein einigermaßen ähnliches Verhältnis findet man beim Schwein, dessen Zehenballen sich jedoch weiter nach hinten als der des Pferdes erstreckt. Bei den Wiederkäuern (Fig. 614 *E*) hat sich das beim Schweine gefundene Verhältnis weiter entwickelt, indem der Zehenballen sich weit nach vorn erstreckt und den größten Teil der Krallensohle verdrängt hat; letztere ist nur als ein schmaler Saum längs des unteren Randes der Krallenplatte vorhanden. Bei einigen Wiederkäuern (z. B. Elentier, Reh) bewahrt der Zehenballen dabei seinen gewöhnlichen Charakter eines weichen Kissens; bei den meisten dagegen (Edelhirsch, Rind etc.) hat der vordere Teil eine größere Festigkeit als gewöhnlich, ist einer Krallensohle ähnlich.

Bei den Crocodilen, Schildkröten und Vögeln findet das Wachstum der Kralle in der Weise statt, daß von der ganzen Oberfläche der unterliegenden Schleimschicht neue dünne Hornschichten gebildet werden; dadurch wird die dütenförmige Kralle distalwärts geschoben (ganz ähnliche Verhältnisse wie beim Wachstum der Wiederkäuer-Hörner, vergl. unten). Bei den Säugetieren (und den Sauriern) ist dagegen ein großer Abschnitt (Fig. 615, von *a* bis *b*) der unter der Krallenplatte liegenden Schleimschicht steril, trägt nicht zur Verstärkung der Krallenplatte bei, die am proximalen Teil der Schleimschicht (links von *a*) gebildet und über den sterilen Abschnitt geschoben wird; am Spitzenteil (rechts von *b*) findet dann wieder eine Bildung von Hornmasse (*t*) statt. Die Krallenplatte nimmt deshalb von der Basis bis *a* an Dicke zu, behält dann die gleiche Dicke bis *b*, um von hier ab wieder an Dicke zuzunehmen (soweit die äußere

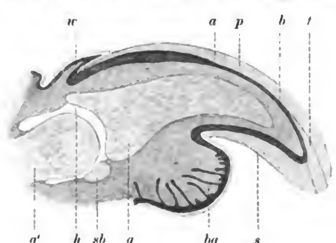


Fig. 615. Längsschnitt der Zehenspitze eines Säugetieres, Schleimschicht der Epidermis dunkel gehalten. *a* und *b* siehe den Text. *ba* Zehenballen mit Schweißdrüsen, *g* Endglied der Zehe, *g'* vorletztes Glied (nicht vollständig gezeichnet), *h* Gelenkhöhle, *p* und *t* Krallenplatte, *s* Krallensohle, *sb* Sesambein, *w* Krallenwall. — Orig.

Abnutzung nicht mehr wegnimmt)[1]. Die Krallensohle wird dagegen von der Basis bis an das Ende immer dicker.

Hörner und Geweihe. Das Horn des Rhinoceros ist eine enorme lokale Verdickung der Hornschicht der Epidermis; in die Hornmasse erstrecken sich die langen (natürlich mit der Schleimschicht bekleideten) Papillen des Coriums. — Die Hörner der Wiederkäuer haben einen ganz anderen Bau; ein Wiederkäuerhorn kann als eine kolossale, unbehaarte Hauterhöhung betrachtet werden, die innerlich in ihrer größten Ausdehnung verknöchert und an ihrer Oberfläche mit einer festen, verdickten Hornschicht bekleidet ist. Das Horn besteht somit innerlich aus einer Knochenmasse, dem Knochenzapfen, der mit dem Stirnbein verwachsen ist; nach

1) An der durchsichtigen Krallenplatte des Menschen entspricht der helle Basalteil („Lunula") der Partie bis *a* in Fig. 615; eine helle Linie in der Nähe des freien Nagelrandes entspricht der Stelle *b*.

außen davon findet sich eine Bindegewebsschicht und die Schleimschicht der Epidermis und zu äußerst die Hornlage, die durch Ablagerung neuer Schichten von innen her an Dicke zunimmt und distalwärts geschoben wird; die Basalränder der einzelnen Hornschichten erscheinen an der Oberfläche als Ringe. — Die Geweihe der Hirsche sind ebenso wie die letztgenannten Hörner große, innerlich verknöcherte Hauterhöhungen. Sie unterscheiden sich jedoch dadurch, daß sie behaart sind und daß die Hornschicht nicht verdickt ist. Bei der Giraffe, deren Geweih nur eine geringe Größe erreicht, bleiben die Weichteile um den Knochenzapfen sitzen; bei den übrigen schrumpfen sie (der sog. Bast) dagegen, wenn das Geweih fertig gebildet ist, auf dem größten Teil der Oberfläche desselben ein und werden abgerieben („gefegt"), so daß die nackte Knochenmasse zum Vorschein kommt; nur die Basalpartie, der Rosenstock, bleibt immer mit Haut bedeckt. Die entblößte Knochenmasse, das eigentliche Geweih, löst sich alljährlich vom Rosenstock ab und wird abgeworfen, die angrenzenden Hautteile wachsen dann über das Ende des Rosenstocks hin, und es entwickelt sich an derselben Stelle eine neue Geweihstange, die zuerst mit Haut bedeckt ist. Bei der Giraffe findet ein solches Abwerfen nicht statt.

Die Wirbelkörper sind gewöhnlich an beiden Enden abgeplattet, seltener hinten konkav, vorn konvex; sie sind miteinander durch dicke, aus fibrösem Bindegewebe bestehende Bandscheiben verbunden, die in der Mitte einen sogenannten Gallertkern, einen Ueberrest der Chorda, enthalten. Die Wirbelsäule zerfällt in dieselben Abschnitte wie bei den Reptilien. Die Halswirbel sind bei den Säugetieren fast immer, mögen diese einen langen oder einen kurzen Hals besitzen, in der Siebenzahl vorhanden [1]). Die beiden vordersten Halswirbel sind wie



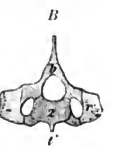


Fig. 616. Epistropheus eines jungen *Ornithorhynchus* von der linken Seite (*A*) und von hinten (*B*). *1* Körper des ersten Halswirbels, *2* do. des zweiten, *b* Bogen, *r* Rippe, *t'* unterer Dornfortsatz. In *B* sind Bogen, Körper und Rippen in verschiedener Weise schraffiert. — Orig.

bei den Reptilien als Atlas resp. Epistropheus entwickelt; der Zahnfortsatz verwächst aber mit dem Epistropheus und ist weit hervortretender als bei den Reptilien, und zwischen demselben und dem Atlas findet eine ausgedehnte Drehbewegung statt (während im Gelenk zwischen Atlas und Schädel wegen der zwei Hinterhauptsgelenkhöcker nur eine Nickbewegung stattfindet). Die Brustwirbel sind gegen die Halswirbel schärfer als bei den Reptilien und Vögeln abgegrenzt, indem die erste bewegliche Rippe wohlentwickelt ist und sich an das Brustbein heftet. Die Lendenwirbel haben gewöhnlich ziemlich große Querfortsätze. Von Brust- und Lendenwirbeln zusammen sind gewöhnlich etwa 20 vorhanden (die Zahl kann jedoch bis auf 14 sinken und bis auf 30 steigen); die Anzahl der Brustwirbel beträgt gewöhnlich etwa 12—13, die Zahl kann aber bis auf mehr als 20 steigen; die

1) Ausnahmen: Der Manatus (aus der Ordnung der Seekühe) hat nur 6, ebenso auch ein Faultier (*Cholopus Hoffmanni*), während ein anderes derselben Gattung (*Ch. didactylus*) 7 hat und wieder andere Faultiere (Gattung *Bradypus*) 9 Halswirbel besitzen.

Zahl der Lendenwirbel liegt zwischen 2 und 8. Bei den meisten Säugetieren sind die Dornfortsätze an der Mehrzahl der Brustwirbel schräg nach hinten geneigt, an den hintersten Brustwirbeln und an den Lendenwirbeln dagegen nach vorn; wo die zwei Sätze zusammentreffen, sieht man oft einen einzelnen Wirbel mit geradem Dornfortsatz (anticlinischer Wirbel). Von echten Sacralwirbeln, d. h. solchen, an denen das Darmbein befestigt ist, finden sich wie bei den Reptilien im allgemeinen nur zwei[1]), die beim ausgebildeten Tier miteinander verwachsen sind. Mit diesen beiden verwachsen bei den meisten Säugetieren einer oder mehrere der vordersten Schwanzwirbel (unechte Sacralwirbel) zu dem unter dem Namen Kreuzbein (*Os sacrum*) bekannten, aus einer verschiedenen Anzahl verwachsener Wirbel bestehenden Knochen. Von Schwanzwirbeln ist eine sehr verschiedene Anzahl vorhanden; die vorderen sind gewöhnlich mit wohlentwickelten Querfortsätzen versehen und tragen oft an der Unterseite ähnliche V-förmige Knochen wie die mancher Reptilien; die hinteren Schwanzwirbel sind immer mehr oder weniger unvollkommen entwickelt, die hintersten am meisten (Bogen und Fortsätze rückgebildet).

Die Rippen der Brustwirbel bestehen im allgemeinen aus einem oberen und einem unteren Stück, von denen das letztere gewöhnlich knorpelig ist oder nur unvollständig verknöchert; bei den Monotremen ist zwischen diesen beiden Abschnitten noch ein drittes Stück eingeschoben (vergl. die Crocodile). Von den Rippen heften sich im allgemeinen die Mehrzahl, die vorderen, die sogenannten wahren Rippen, an das Brustbein, während die hinteren, die falschen Rippen, mit ihrem unteren Teil sich aneinander und an die hinterste wahre Rippe legen oder ganz frei enden[2]). Die wahren Rippen — von denen die vorderste meistens besonders kräftig ist — werden in der Regel nach hinten zu immer länger, während die falschen immer kürzer werden. Selbständige Halsrippen (an den 6 hinteren Wirbeln) besitzen nur die Monotremen, und auch bei diesen sind sie bloß in der Jugend getrennt, später mit den Wirbeln verschmolzen; die hinteren sind nicht — wie bei den Reptilien und Vögeln — von größerer Länge als die vorderen. Bei den übrigen Säugetieren sind Halsrippen zwar auch vorhanden, es sind die als Querfortsätze der Halswirbel bezeichneten Gebilde, die aber zu keiner Zeit von den Wirbeln getrennt sind, so daß nur der Vergleich sie als Halsrippen erkennen läßt. — Das Brustbein (Fig. 624 u. 625) besteht ähnlich wie das der Crocodile aus einem breiteren[3]) selbständigen vorderen Teil, dem sog. Handgriff (*Manubrium*), an das sich bei den Säugetieren nur das erste Rippenpaar heftet, und einem langen schmalen hinteren Teil, mit dem sich die übrigen Rippen verbinden und der mit dem Handgriff durch ein Gelenk verbunden ist; beide verknöchern bei den Säugetieren, der Handgriff vollständig, während im übrigen Brustbein eine Reihe von knöchernen

1) Bisweilen verbindet sich das Darmbein sogar nur mit dem vorderen der genannten zwei Wirbel, also nur mit einem einzigen Wirbel.

2) Am oberen Ende der Rippe findet sich an der äußeren Seite in der Regel ein Höcker (fehlt häufig an den hintersten, weniger vollkommen ausgebildeten Rippen), der sich mit dem Querfortsatz des entsprechenden Brustwirbels verbindet, während das eigentliche obere Ende der Rippe, das Köpfchen, an einer Gelenkfläche eingelenkt ist, die an der Grenze der Wirbelkörper desselben und des vorangehenden Wirbels liegt (an jedem befindet sich meistens ein Stück der Gelenkfläche, zuweilen liegt jedoch die ganze Gelenkfläche an dem hinteren).

3) Seltener, z. B. beim Pferd, ist auch dieser Teil schmal.

Gliedern auftreten, welche meist durch Knorpelscheiben getrennt bleiben. Das letzte Glied, der Schwertfortsatz (*Processus xiphoides*), mit dem sich kleine Rippen verbinden, endet meistens mit einer breiteren, knorpeligen Platte. Nur bei den Monotremen (Fig. 623) findet sich am vorderen Ende des Brustbeins ein Episternum, dem der Reptilien entsprechend, wie bei manchen Sauriern ein großer T-förmiger Knochen; er fehlt bei den übrigen Säugetieren.

Das Kopfskelet. Der Hinterhaupts-Gelenkhöcker ist in zwei geteilt; sie sind seitlich gerückt, die überknorpelten Flächen stehen aber häufig durch eine ebenfalls überknorpelte Brücke miteinander in Zusammenhang. Eine Interorbitalplatte wie bei den

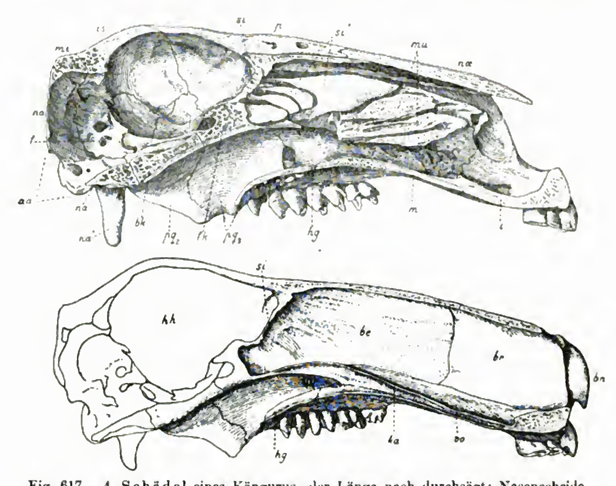


Fig. 617. *A.* Schädel eines Kängurus, der Länge nach durchsägt; Nasenscheidewand und Nasenknorpel entfernt. *B.* Dasselbe von einem anderen Exemplar; Nasenscheidewand und linke Hälfte des Nasenknorpels vorhanden. — Orig.
aa Hinterhauptsöffnung, *be* knöcherner Teil der Nasenscheidewand, *bk* hinteres Keilbein, *bn* Nasenknorpel, *br* knorpelige Nasenscheidewand, *f* Felsenbein, *fk* vorderes Keilbein, *hg* harter Gaumen, *hh* Schädelhöhle, *i* Zwischenkieferbein, *is* Scheitelbein, *ka* Seitenkante am Vomer, *m* Oberkieferbein, *mi* Zwischenscheitelbein, *mu* untere Muschel, *na* Hinterhauptsbein, *na'* Auswuchs von demselben, *nae* Nasenbein, *p* Stirnbein, pq_2 Flügelbein, pq_3 Gaumenbein, *si* Siebbein, *si'* von demselben entspringende Knochenblättchen, *vo* Vomer.

Reptilien ist nicht mehr vorhanden, indem die Nasenhöhlen sich so weit nach hinten fortsetzen, daß sie die Schädelhöhle erreichen, und die Augen liegen teilweise an den Seiten der Nasenhöhlen. Nasenhöhlen und Schädelhöhle sind durch eine von vielen feinen Oeffnungen (für die Geruchsnerven) durchbohrten Knochenplatte, das Siebbein getrennt.

von dessen Vorderseite dünne gefaltete Knochenblättchen entspringen, die weit in die Nasenhöhle hineinragen. An der äußeren Wand der Nasenhöhle entspringt ein besonderer, ebenfalls aus einer kleineren oder größeren Anzahl dünner zusammen-

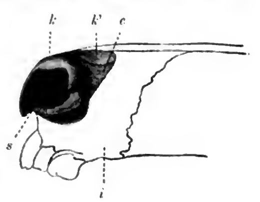


Fig. 618. Vorderstes Ende des in Fig. 617 *B* abgebildeten Känguru-Schädels von der Außenseite, mit aufsitzendem Nasenknorpel. *e* elastisches Häutchen, das den Nasenknorpel mit dem Rande des Zwischenkiefers *i* verbindet, *k* vorderer, größerer Teil des Nasenknorpels, *k'* hinterer, plattenförmiger Teil desselben, *s* knorpelige Nasenscheidewand. — Orig.

gerollter Knochenblätter zusammengesetzter Knochen, die untere Muschel, die mit den Siebbeinblättern zusammen den größten Teil der Höhle ausfüllt. Zwischen den zwei Nasenhöhlen, die meist von ansehnlicher Größe sind, ist eine knorpelige, hinten verknöcherte Scheidewand, die hinten von dem Siebbein entspringt, vorn aber sich in den Nasenknorpel fortsetzt, den vordersten unverknöcherten Teil des Schädels, der bei den Säugetieren recht stark entwickelt ist.

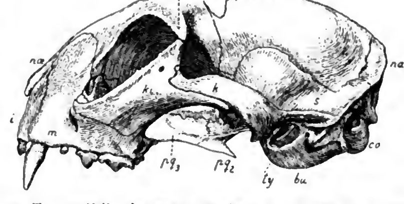


Fig. 619. Schädel einer erwachsenen Katze, von der Seite. *b* die Knochenbrücke hinter der Augenhöhle, *bu* Bulla, *co* Hinterhauptsgelenkhöcker, *i* Zwischenkieferknochen, *is* Scheitelbein, *k* Jochbogen, *ki* Jochbein, *m* Oberkieferbein, *na* Hinterhauptsbein, *nae* Nasenbein, *p* Stirnbein, pq_2 Flügelbein, pq_3 Gaumenbein, *s* Schuppenbein, *ty* Trommelfell (der weiße Streifen in demselben ist der Hammerschaft). — Orig.

Von dem Schläfendach sind nur ziemlich bescheidene Reste übrig geblieben; es ist allerdings nur ein Fenster vorhanden, das aber den größten Teil des Daches weggenommen hat; die Ueberreste sind: der starke Jochbogen und ein Knochenbalken (Postorbitalbogen) hinter dem Auge; letzterer ist jedoch oft durchbrochen, so daß nur das obere und untere Ende übrig geblieben sind. — Die Gaumenpartie (*Palatoquadratum*) legt sich derart an den ventralen Teil des Schädels, daß die großen Oeffnungen *a* und *b* in Fig. 555 geschlossen sind (was sie auch größtenteils bei Schildkröten und Cynodonten sind). Das Quadratbein verhält sich eigentümlich. Es ist nicht mehr in Gelenkverbindung mit dem Unterkiefer, der sozusagen von demselben auf einen der Schädelknochen (Schuppenbein) geglitten ist, während das Quadratbein, das hier Paukenbein (*Tympanicum*) genannt wird, noch immer, in der Regel als ein Ring, das Trommelfell umgibt; bereits bei den Cyno-

donten ist der Unterkiefer **teilweise** auf dem Schuppenbein, teilweise aber noch auf dem Quadratbein eingelenkt. Das Quadratbein ist bei den Säugetieren gewöhnlich durch einen Abstand von dem nächsten Glied des Palatoquadratums, dem Flügelbein, getrennt. Das Gaumen-

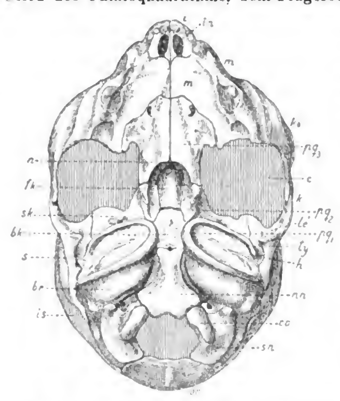


Fig 620. Schädel einer neugeborenen Katze, von der Unterseite, vergr. *bk* hinteres Keilbein, *br* knorpelige Partie, *c* untere Oeffnung der Schläfenhöhlung, *co* Hinterhaupts-Gelenkhöcker, *fk* vorderes Keilbein, *h* Gehörknöchelchen (Hammer), *i* Zwischenkieferbein, *in* Canalis incisivus. *is* Schläfenbein, *k* Jochbogen, *ki* Jochbein, *le'* Gelenkfläche für den Unterkiefer am Schuppenbein, *m* Oberkieferbein, *n* inneres Nasenloch, *nn* unteres Hinterhauptsbein, *ön* oberes Hinterhauptsbein, pq_1 Tympanicum, hier noch ein bloßer Ring um das Trommelfell, pq_2 Flügelbein, pq_3 Gaumenbein, *s* Schuppenbein, *sk* Flügel des hinteren Keilbeins (Alisphenoid), *sn* seitliches Hinterhauptsbein, *ty* Trommelfell. — Orig.

bein ist besonders dadurch ausgezeichnet, daß ein platter Auswuchs von ihm und vom Oberkieferbein eine horizontale Platte, das **Gaumendach**[1]), bildet, die unten die großen inneren Nasenöffnungen deckt, so daß der Ausgang aus den Nasenhöhlen weiter nach hinten gerückt wird. — Der **Unterkiefer** besteht nur aus einem Knochen[2]) jederseits; vorn sind die beiden Unterkiefer häufig verwachsen (z. B. beim Menschen). — In der Schädelwand finden sich bei den Säugetieren größere oder kleinere **Lufthöhlen** (Fig. 620—21), die größtenteils mit der Nasenhöhle in Verbindung stehen (vergl. unten das Geruchsorgan):

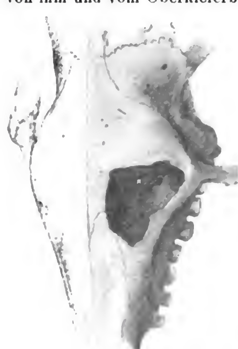


Fig. 621. Schädel eines **Gürteltieres** schräg von oben gesehen (Vorder- und Hinterende nicht mit gezeichnet). **Kieferhöhle** aufgemeißelt. ╳ Eingang von letzterer zur Nasenhöhle. Als Beispiel eines Säugers, bei dem die Lufthöhlen wenig entwickelt sind. — Nach Paulli.

1) Vorn an der Grenze der Zwischenkieferbeine ist das Gaumendach von zwei Oeffnungen (*Canales incisivi*) durchbrochen, durch welche die S. 454, Anm. 1, erwähnten Stensen'schen Gänge hindurchtreten.

2) Der Meckel'sche Knorpel, der beim Säugetier-Foetus wie bei anderen jungen Wirbeltieren vorhanden ist, ist bei dem ausgebildeten Tier verschwunden.

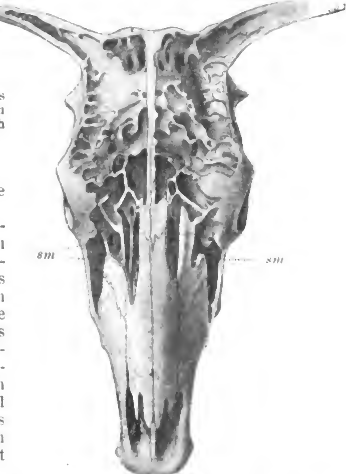


Fig 622. Schädel eines Rindes, von oben, sämtliche Lufthöhlen aufgemeißelt *sm* Kieferhöhle; die übrigen Höhlen, die man auf der Figur sieht, öffnen sich in die Siebbeinregion. Als Beispiel eines Säugers, bei dem die Lufthöhlen stark entwickelt sind. — Nach Paulli.

auch von der Paukenhöhle können solche ausgehen.

Das Zungenbein besteht aus einem unpaarigen Körper und zwei Hörnern an jeder Seite. Das vordere Horn, das dem Zungenbeinbogen der Fische entspricht, ist gewöhnlich das längere und aus drei beweglichen Gliedern zusammengesetzt; es ist mit seinem oberen Ende am Schädel (Felsenbein) festgeheftet. Das hintere Horn, das dem ersten Kiemenbogen entspricht, ist kurz und ungegliedert.

Das Hinterhauptsloch ist von vier Knochen umgeben: dem oberen, dem unteren und den beiden seitlichen Hinterhauptsbeinen, von denen die seitlichen die Gelenkhöcker tragen, die sich jedoch auch auf das untere Hinterhauptsbein hinab erstrecken können; diese vier Knochen verschmelzen früh zu einem Hinterhauptsbein. Vor dem unteren Hinterhauptsbein liegt das hintere Keilbein (*Basisphenoideum*), vor diesem wieder das vordere Keilbein (*Praesphenoideum*)[1], beide in der nach unten gekehrten Partie des knorpeligen Schädels entwickelt und beide mit flügelförmigen Seitenteilen versehen, die an der Begrenzung der

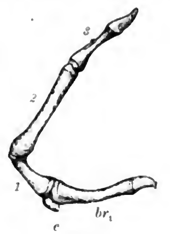


Fig. 623. Zungenbein eines Bären, von der linken Seite gesehen. br_1 erster Kiemenbogen (hinteres Horn), *c* Copula (Körper), *1—3* die drei Glieder des Zungenbeinbogens (vorderes Horn). Die knorpeligen Teile punktiert. — Orig.

Schädelhöhle teilnehmen; vor dem vorderen Keilbein liegt das vorhin erwähnte Siebbein (*Ethmoideum*). Vor dem seitlichen Hinterhauptsbein liegt der Knochen, in dem das innere Ohr seinen Platz hat, das Felsenbein (*Petrosum*); an dieses schließt sich außen das Schuppenbein (*Squamosum*) an, von dem der Jochbogen entspringt; ferner liegt demselben

1) Bei einigen Säugetieren ist im Embryonalzustande ein Parasphenoid nachgewiesen worden.

das oben erwähnte Paukenbein (*Tympanicum* = das Quadratum) an; bei manchen Säugetieren verschmelzen diese drei Knochen frühzeitig miteinander und werden mit dem gemeinsamen Namen Schläfenbein (*Temporale*) bezeichnet. Oberhalb des oberen Hinterhauptsbeins findet sich ein einfacher oder paariger Knochen, das Zwischenscheitelbein (*Interparietale*), das bei manchen Säugetieren (z. B. beim Menschen) schon im embryonalen Leben mit dem oberen Hinterhauptsbein verschmilzt. Vor dem Zwischenscheitelbein liegen die beiden, meistens großen, Scheitelbeine (*Parietalia*), vor diesen die Stirnbeine (*Frontalia*); letzteren ist, am Vorderrand der Augenhöhle, jederseits das Tränenbein (*Lacrymale*) angelagert, durch das der Tränenkanal verläuft. Der hinterste Teil der Nasenscheidewand verknöchert und wird zu einer senkrechten, hinten mit dem Siebbein zusammenhängenden Knochenplatte, der *Lamina perpendicularis* des Siebbeins, während der vordere Teil knorpelig bleibt; der untere Teil der Nasenscheidewand wird von einem unpaarigen, rinnenförmigen, zusammengedrückten Knochen, dem Pflugscharbein (*Vomer*), gebildet. Oberhalb der Nasenhöhle die großen plattenförmigen Nasenbeine. — Von den im Kopfskelet der Reptilien vorhandenen Knochen fehlen das Praefrontale[1]) und das Postfrontale, das Quadratojugale, das Transversum und das Columellare. — Im allgemeinen sind die Knochen des Säugetierschädels nur bei den Jungen gesondert, verschmelzen später alle oder zum größten Teil miteinander.

Die ungemein verschiedene äußere Form, die der Schädel der Säugetiere darbietet, ist wesentlich durch die verschiedenartige Entwicklung der an und in demselben angebrachten Organe bedingt. Von großer Bedeutung ist in dieser Beziehung das Gehirn; durch eine starke Entwicklung des Gehirns im Verhältnis zu den übrigen dem Kopf angehörigen Organen wird der hintere Teil des Kopfskelets im Vergleich mit dem vorderen Abschnitt (der Gesichtspartie) überwiegend ausgebildet, wie solches z. B. beim Menschen der Fall ist. Auch die verschiedenartige Ausbildung der Zähne hat einen hervorragenden Einfluß auf die Form des Schädels; eine mächtige Entwicklung der Zähne führt eine entsprechende Ausbildung derjenigen Knochen mit sich, in die diese eingepflanzt sind, ebenso wie auch derjenigen Teile, von denen die Kaumuskeln entspringen. Die Entwicklung der in den Nasenhöhlen angebrachten Teile spielt ebenfalls eine wichtige Rolle, ferner auch die sehr variierende Ausbildung der Augen; auch hat das Vorhandensein von Hörnern oder Geweihen auf dem Kopf stärkeres Wachstum derjenigen Teile des Schädels zur Folge, mit denen sie verbunden sind. — In umfangreichen Schädeln, bei Tieren mit großen Zähnen, Hörnern etc., nehmen die Lufthöhlen oft einen sehr großen Raum ein (Fig. 622); die großen Knochenmassen, die notwendig sind, um diese Teile zu tragen, um Muskeln Ansatzflächen darzubieten etc., sind — was natürlich in mehrfacher Beziehung für das Tier von Bedeutung ist — in ausgedehntem Maße ausgehöhlt, indem die Lufthöhlen überall in sie vordringen (dies ist z. B. beim Pferd, Elefanten, Rind etc. der Fall). — Es mag an dieser Stelle auch hervorgehoben werden, daß der Schädel des jungen Tieres in seiner äußeren Form oft von dem des Erwachsenen sehr abweichend ist: das Gehirn ist verhältnismäßig größer, die Zähne und Kaumuskeln schwächer, die Gesichtspartie deshalb klein, die Lufthöhlen wenig entwickelt, die vor-

1) Der oben als *Lacrymale* bezeichnete Knochen ist möglicherweise das *Praefrontale* der Reptilien, nicht das Lacrymale derselben.

springenden Kämme, von denen die Kaumuskeln ihren Ursprung nehmen, klein oder gar nicht vorhanden, etc. Die Schädel kleiner (erwachsener) Säugetiere verhalten sich zu den Schädeln größerer nächstverwandter Formen in mehreren Punkten wie jugendliche Tiere zu erwachsenen derselben Art: die Gehirnpartie ist größer, die Muskelkämme sind schwächer etc.

Der Schultergürtel verhält sich bei den Monotremen (Fig. 624) in der Hauptsache wie bei den Reptilien; sowohl das Schulterblatt als das Coracoid sind wohlentwickelt, letzteres ist breit und abgeplattet, in ein vorderes und ein hinteres Stück geteilt, ebenso wie bei den Therapsiden (Fig. 579 A), und verbindet sich mit dem vorderen Ende des Brustbeins; auch ein Schlüsselbein ist bei den Monotremen vorhanden, es geht vom Rande des Schulterblattes an das Episternum, ganz wie bei den Reptilien. Bei den übrigen Säugetieren (Fig. 625) ist dagegen eine bedeutende Veränderung eingetreten: das Coracoid ist reduziert, nur das äußere (obere) Ende ist in Form eines Fortsatzes am unteren Ende des Schulterblattes, des *Processus coracoideus*[1]), vorhanden, der das Brustbein nicht erreicht; es verschmilzt früh mit dem Schulterblatt. Das Schulterblatt ist gewöhnlich eine breite Platte, deren obere Randpartie bei einigen (z. B. beim Pferd) knorpelig bleibt; es ist an seiner äußeren Fläche mit einem aufrechten Längskamm versehen, an dessen untere vortretende Spitze (*Acromion*) das äußere Ende des Schlüsselbeins geheftet ist, während das innere Ende des letzteren sich am Handgriff des Brustbeins befestigt. Bei manchen Säugetieren fehlt übrigens das Schlüsselbein (z. B. bei allen Huftieren) oder ist in rudimentärer Form vorhanden (Hund), in welchen Fällen der Schultergürtel keine direkte Verbindung mit dem Skelet des Rumpfes besitzt; bei anderen, z. B. bei grabenden, kletternden und fliegenden Säugetieren, ist das Schlüsselbein dagegen ein kräftiger, in der Regel stabförmiger Knochen.

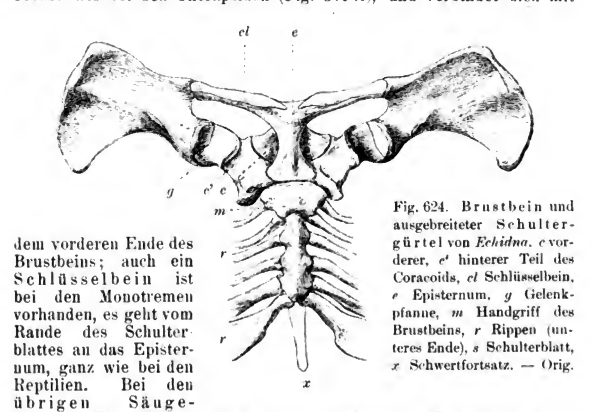


Fig. 624. Brustbein und ausgebreiteter Schultergürtel von *Echidna*. *c* vorderer, *c'* hinterer Teil des Coracoids, *cl* Schlüsselbein, *e* Episternum, *g* Gelenkpfanne, *m* Handgriff des Brustbeins, *r* Rippen (unteres Ende), *s* Schulterblatt, *x* Schwertfortsatz. — Orig.

1) Beim jungen Tier ist dieser Fortsatz durch zwei besondere Verknöcherungen vertreten, also wie bei den Monotremen (Fig. 625).

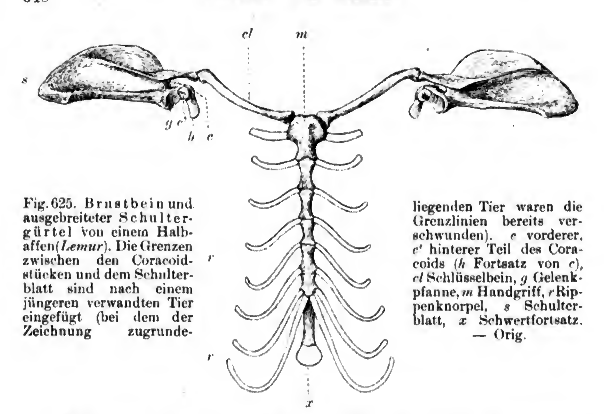


Fig. 625. Brustbein und ausgebreiteter Schultergürtel von einem Halbaffen (*Lemur*). Die Grenzen zwischen den Coracoidstücken und dem Schulterblatt sind nach einem jüngeren verwandten Tier eingefügt (bei dem der Zeichnung zugrundeliegenden Tier waren die Grenzlinien bereits verschwunden). *c* vorderer, *c'* hinterer Teil des Coracoids (*h* Fortsatz von *c*), *cl* Schlüsselbein, *g* Gelenkpfanne, *m* Handgriff, *r* Rippenknorpel, *s* Schulterblatt, *x* Schwertfortsatz. — Orig.

Das Skelet der Vordergliedmaßen besteht aus den gewöhnlichen Teilen. Die Knochen des Unterarmes sind meistens entweder von ungefähr gleicher Stärke, oder der Radius ist, wenigstens am unteren Ende, stärker; oft ist sogar der untere Teil der Ulna verkümmert, während das obere Ende, das bei den Säugetieren meistens einen großen und hervortretenden Ellbogen trägt, selbst dann gewöhnlich wohlentwickelt ist. Oft kreuzen beide Knochen einander, indem oben der Radius am äußeren, die Ulna am inneren Teil des unteren Ende des Humerus eingelenkt ist, während unten der Radius sich mit dem inneren, die Ulna mit dem äußeren Teil der Handwurzel verbindet; in anderen Fällen wird aber die Ulna oben ganz hinter den Radius gedrängt, so daß keine eigentliche Kreuzung stattfindet. Beide Knochen sind entweder beweglich [1]) oder häufiger unbeweglich miteinander verbunden; in letzterem Falle verwachsen sie oft mit zunehmendem Alter. Die Handwurzel besteht aus zwei Querreihen von Knochen; in der proximalen Reihe finden sich die gewöhnlichen drei Knochen, in der distalen vier, indem die beiden äußeren der typischen fünf Knochen (Carpalia Nr. 4 und 5) zu einem verschmolzen sind [2]). Ebenso wie bei vielen Reptilien ist ein Erbsenbein (*Pisiforme*) vorhanden. Von den fünf Fingern besitzt der Daumen (Nr. 1) zwei Phalangen, die übrigen je drei; nur in gewissen sehr umge-

1) Das untere Ende des Radius kann dann im Zusammenhang mit der Hand (die nur an einer begrenzten Stelle mit der Ulna, sonst mit dem Radius verbunden ist) mehr oder weniger nach außen geschwungen werden, sehr stark z. B. beim Menschen.

2) Die Handwurzelknochen werden bei den Säugetieren gewöhnlich mit folgenden Namen bezeichnet: in der proximalen Reihe von innen nach außen *Naviculare, Lunatum, Triquetrum*; in der distalen Reihe *Multangulum majus, Mult. minus, Capitatum, Hamatum*. In einigen Fällen (bei Reduktion der Anzahl der Mittelhandknochen) können einzelne dieser Knochen fehlen; auch können Verschmelzungen zwischen einigen derselben stattfinden. Selten ist ein *Centrale* zwischen den Reihen entwickelt.

bildeten Vordergliedmaßen (bei den Walen) kann die Phalangenzahl vermehrt sein. Bei gewissen Säugetieren ist der Daumen freier beweglich als die übrigen Finger, so daß die Hand ein Greifwerkzeug wird. Bei Säugetieren, bei denen er diese Funktion nicht besitzt, findet man häufig eine Reduktion des Daumens, oder er fehlt ganz. Auch andere Finger können verkümmern oder ganz verschwinden, namentlich bei Formen, deren Gliedmaßen in ausgeprägtem Grade als Geh- oder Laufbeine entwickelt sind (Huftiere); bei einer Beschränkung der Anzahl werden die übrig gebliebenen oder einige derselben um so kräftiger ausgebildet. Eine Verschmelzung von mehreren Mittelfußknochen kann in solchen Fällen ebenfalls stattfinden. Ueberhaupt bietet die Ausbildung der Vordergliedmaßen, bei Anpassung an verschiedene Funktion (Graben, Klettern, Flug etc.), eine große Mannigfaltigkeit dar (vergl. auch die spezielle Darstellung).

Das Darmbein ist ebenso wie bei den Therapsiden (Fig. 579 *B*) nach hinten gerichtet, seine Anheftungsstelle an die Sacralwirbel liegt gegen sein vorderes Ende, die Gelenkpfanne am hinteren Ende (während das Darmbein bei den meisten Reptilien nach unten oder nach unten und vorn gerichtet ist). Scham- und Sitzbein jeder Seite vereinigen sich unten miteinander, das Schambein außerdem in der

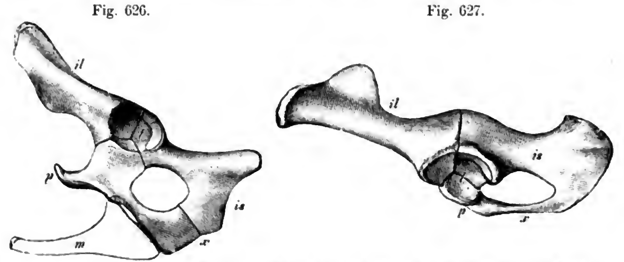


Fig. 626. Linke Hälfte des Beckens von einem jungen *Ornithorhynchus*. *l* Gelenkpfanne, *il* Darmbein, *is* Sitzbein, *p* Schambein; *x* die Stelle, wo Sitz- und Schambein unten aneinander grenzen; *m* Beutelknochen. — Orig.

Fig. 527. Linke Hälfte des Beckens eines neugeborenen Kalbes. *x* die Stelle, wo Sitz- und Schambein miteinander verwachsen sind; übrige Bezeichnung wie in der vorigen Figur. — Orig.

Mittellinie mit dem der anderen Seite, was auch beim Sitzbein der Fall sein kann; selten fehlt eine Verbindung zwischen beiden Beckenhälften ganz (z. B. bei gewissen Insectenfressern). Beim erwachsenen Tier sind alle drei Knochen jeder Beckenhälfte völlig verschmolzen [1]). — Vergl. das Becken der Therapsiden (S. 584).

Bei den Monotremen und den Beuteltieren ist dem vorderen Rand der Schambeine ein Paar nach vorn gerichteter Knochen, die sog. Beutelknochen, angeheftet (vergl. den Y-förmigen Knorpel der Urodelen).

1) Auch die Verbindung der beiden Beckenhälften unten in der Mittellinie kann in eine Verwachsung derselben übergehen, ebenso die Verbindung zwischen Darmbein und Sacralwirbeln. Bei einigen Säugetieren (z. B. gewissen Edentaten) kann das Sitzbein sich mit den hinteren unechten Beckenwirbeln verbinden und verwachsen.

Hintergliedmaßen. Von den beiden Knochen des Unterschenkels ist die Tibia immer stärker als die Fibula, welche oft sehr dünn oder sogar in ihrem unteren Teil unvollständig ist; häufig ist letzterer unten mit der Tibia verwachsen. Vor dem Gelenk zwischen Schenkel und Unterschenkel (Kniegelenk) ist eine große Kniescheibe vorhanden. Die Fußwurzel enthält in ihrer proximalen Reihe nur zwei Knochen, das Sprungbein (*Astragalus*) innen und das Fersenbein (*Calcaneus*), mit der stark vorspringenden Ferse, außen und hinten. Die Bewegung im Fußgelenk findet ganz überwiegend zwischen dem unteren Ende des Unterschenkels und dem Sprungbein (+ dem Fersenbein) statt, während die Bewegung zwischen den Fußwurzelknochen unter sich im allgemeinen nur gering ist (vergl. die ganz abweichenden Verhältnisse bei Reptilien und Vögeln). In der distalen Reihe finden sich vier Knochen[1]), ebenso wie in der Hand; zwischen beiden Reihen an der inneren Seite findet sich ein Centrale (*Naviculare*). Mittelfuß und Zehen bieten, was Gliederzahl etc. betrifft, dieselben Verhältnisse dar wie die Mittelhand und Finger; auch in bezug auf die speziellere Ausbildung, die Reduktion der Zehenzahl etc. finden sich im allgemeinen entsprechende Verhältnisse. Zuweilen ist jedoch die Hand anders entwickelt als der Fuß (z. B. bei springenden Tieren, bei ausgeprägten Gräbern etc.).



Fig. 628. Tibia eines einjährigen Pferdes, um die Epiphysen *e* und *e'* zu zeigen. — Orig.

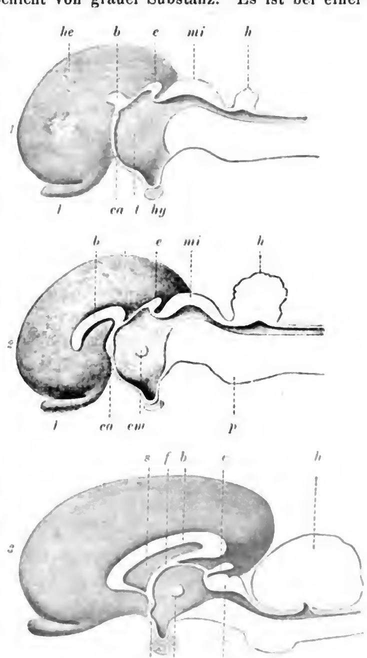
Außer den schon oben erwähnten Sesambeinen (Erbsenbein, Kniescheibe) sind bei den Säugetieren noch andere vorhanden; namentlich finden sich häufig unterhalb des Gelenkes zwischen jedem Mittelhand-(fuß-)knochen und der ersten Phalange zwei kleine Knochen, unterhalb des Gelenkes zwischen vorletzter und letzter Phalange (sowohl der Vorder- wie der Hintergliedmaße) ein Sesamknochen; außerdem andere, weniger allgemein vorkommende.

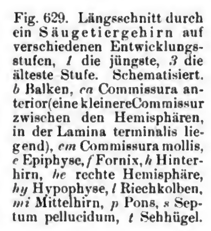
Ein allgemeiner Charakter des Säugetierskelets besteht darin, daß die Endpartien zahlreicher, besonders der langen Knochen, ferner auch viele Fortsätze, besonders verknöchern, so daß man bei jüngeren Tieren manche Knochen aus mehreren Stücken zusammengesetzt findet, die später verschmelzen. Die besonders verknöcherten Endstücke oder Fortsätze nennt man Epiphysen (Fig. 628).

Das Gehirn der Säugetiere bietet in mehrfacher Hinsicht eine eigentümliche Ausbildung im Vergleich mit dem anderer Wirbeltiere dar, namentlich gilt dies vom Vorderhirn, dem „Großhirn". Die Hemisphären sind von sehr ansehnlicher Größe und umfassen seitlich und oben das Zwischenhirn, so daß die Sehhügel scheinbar mitten im Vorderhirn liegen; aber auch das Mittelhirn wird gewöhnlich von den Hemisphären überdeckt, die bei einigen (Primaten) sich sogar über

1) *Cuneiforme I, II, III* und *Cuboideum*, letzteres den Tarsalia 4 + 5 entsprechend.

das Hinterhirn hin erstrecken. Das Pallium hat eine sehr ansehnliche Dicke, außen mit einer Schicht von grauer Substanz. Es ist bei einer geringeren Anzahl von Formen verschiedener Gruppen (z. B. Ornithorhynchus, Nagern etc.) an der Oberfläche glatt, bei den meisten (darunter Echidna, Beuteltiere etc.) aber an der Oberfläche mit zahlreichen labyrinthischen Furchen versehen, zwischen denen wulstförmige Erhebungen, „Windungen“ (*Gyri*), liegen. In der schmalen vorderen Wand des Vorderhirns (*Lamina terminalis*), welche die beiden Hemisphären verbindet, finden sich bereits bei niederen Wirbeltieren (Amphibien, Reptilien, Vögeln) zwei Commissuren, die von einer Hemisphäre in die andere hinüber gehen. Die obere dieser Commissuren, die noch bei den Monotremen[1]) klein ist, wird bei Beuteltieren, Insectivoren[2]) etc. allmählich größer, und bei den meisten Säugetieren ist sie ein mächtiges Organ, das auf einem Längsschnitt durch das Gehirn als ein langer weißer Balken („Hirnbalken“, *Corpus callosum*) erscheint, zusammengesetzt aus einer großen Anzahl querverlaufender Nervenfasern.




Fig. 629. Längsschnitt durch ein Säugetiergehirn auf verschiedenen Entwicklungsstufen, *1* die jüngste, *3* die älteste Stufe. Schematisiert. *b* Balken, *ca* Commissura anterior (eine kleinere Commissur zwischen den Hemisphären, in der Lamina terminalis liegend), *cm* Commissura mollis, *e* Epiphyse, *f* Fornix, *h* Hinterhirn, *he* rechte Hemisphäre, *hy* Hypophyse, *l* Riechkolben, *mi* Mittelhirn, *p* Pons, *s* Septum pellucidum, *t* Sehhügel.

Unterhalb des Corpus callosum ist die mediale[3]) Hemisphären-Wand papierdünn (***Septum pellucidum***), und unterhalb des letzteren liegt wieder

1) und beim Embryo anderer Säugetiere auf einer gewissen Entwicklungsstufe (Fig. 629, 1).
2) und bei älteren Embryonen (Fig. 629, 2).
3) d. h. die gegen die Mittelebene des Tieres gerichtete.

eine verdickte Randpartie, wo die beiden Hemisphären sich miteinander verbinden: *Fornix*. Hinter dem Corpus callosum ist die mediale Wand der Hemisphäre in deren Hohlraum eingefaltet; diese eingefaltete Partie tritt als ein Kamm in den Hohlraum vor: *Hippocampus*.

Die Riechkolben sind kurz und entspringen von der Unterseite der Hemisphären. Die Sehhügel sind durch eine Commissur (*Commissura mollis*) verbunden, die den 3. Ventrikel durchsetzt. Ein Parietalorgan fehlt, und die Epiphyse liegt unter dem Vorderhirn verborgen. Das Mittelhirn zeichnet sich dadurch aus, daß seine obere Fläche nicht nur mit einer Längsfurche, sondern auch mit einer Querfurche versehen ist, so daß sich oben auf ihm vier Erhebungen finden (Vierhügel, *Corpora quadrigemina*). Am vordersten Teil der ventralen Seite des Nachhirns ist ein mächtiges System querverlaufender Fasern entwickelt, so daß diese Stelle wie mit einem dicken Quergürtel versehen erscheint: die Brücke, *Pons Varolii*. Das Hinterhirn, das „Kleinhirn", das oberhalb der Brücke liegt, ist sehr groß; es zerfällt in eine Mittelpartie und zwei Seitenteile und ist mit zahlreichen tiefen spaltförmigen Querfalten versehen; auf einem Längsschnitt des Hinterhirns sieht man eine stark verästelte weiße baumförmige Figur („Lebensbaum"), von grauer Substanz umgeben.

In bezug auf die Größe des Hirns im Verhältnis zum übrigen Körper spielt der höhere oder niedrigere intellektuelle Standpunkt der betreffenden Art eine bedeutsame Rolle (vergl. z. B. die enorme Entwicklung des Gehirns beim Menschen). Es gibt aber auch andere Verhältnisse, die von großer Bedeutung sind. Namentlich ist es eine Regel, daß kleine Säugetiere ein verhältnismäßig größeres Gehirn haben als ihre nächsten Verwandten von bedeutenderer Größe; im ganzen kann man sagen, daß sehr kleine Säugetiere ein verhältnismäßig großes, sehr große ein verhältnismäßig kleines Gehin besitzen (so hat z. B. der Elephant trotz seiner hervorragenden intellektuellen Eigenschaften ein verhältnismäßig sehr kleines Gehirn). — Hier mag auch hervorgehoben werden, daß das Gehirn bei jungen Tieren verhältnismäßig größer ist als bei den erwachsenen.

Geruchsorgane. In den Nasenhöhlen, die gewöhnlich einen bedeutenden Umfang besitzen, bilden sich an der äußeren und hinteren Wand vorspringende Falten, die Nasenmuscheln, welche sich in der Regel zu sehr großen Blättern entwickeln, die wieder mit Falten versehen werden, sich zusammenrollen etc., so daß sie Gebilde von ziemlich komplizierter Beschaffenheit werden, welche die Nasenhöhlen größtenteils ausfüllen; sie sind zuerst von Knorpel gestützt, der aber später ganz oder teilweise verknöchert (die unteren Muscheln und die Blättchen des Siebbeins sind Verknöcherungen dieser Knorpelpartien). Die Riechzellen haben ihren Platz in derjenigen Partie der Schleimhaut, die den allerhintersten Teil der Nasenhöhle, der Querplatte des Siebbeins zunächst, bekleidet; die Schleimhaut ist hier gelbbraun. Der übrige Teil der Nasenhöhle hat keine Bedeutung als Geruchsorgan; in seiner Schleimhaut findet sich, außer schleimabsondernden Drüsen, ein reiches Gefäßnetz [1]). — Die vorhin erwähnten Lufthöhlen entstehen als Ausstülpungen der Nasenhöhlen; der Eingang zu ihnen

1) Die Bedeutung der Nasenmuscheln liegt wahrscheinlich wesentlich darin, daß zwischen ihren Blättern die zu den Lungen gehende Luft filtriert wird, so daß Staub, Bacterien etc. in dem Schleim hängen bleiben. Außerdem wird die Luft erwärmt, indem sie die gefäßerfüllten Flächen bestreicht.

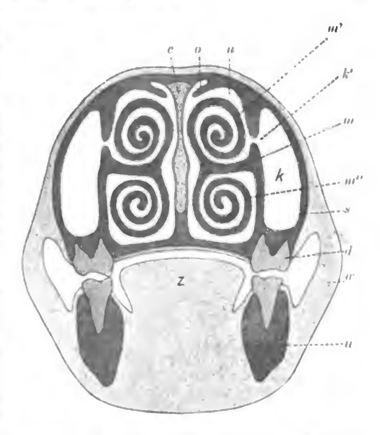


Fig. 630. Querschnitt durch den vorderen Teil eines Säugetierkopfes, Schema. *c* knorpelige Nasenscheidewand, *d* Backenzahn, *k* Kieferhöhle, *k'* Eingang zu derselben von der Nasenhöhle; *m* untere Nasenmuschel, sich in zwei spiralig aufgerollte Blätter spaltend, *m'* und *m''*; *n* Nasenhöhle, *o* eine der oberen Nasenmuscheln, *s* Schleimhaut der Kieferhöhle, *u* Unterkiefer, *w* Wange, *z* Zunge Knochen dunkel gehalten. — Orig.

bleibt klein; die Höhlen selbst können sich außerordentlich ausdehnen. Nur bei verhältnismäßig wenigen Säugetieren [1]) fehlen sie völlig. Am konstantesten ist die Kieferhöhle (*Sinus maxillaris*), deren Eingangsöffnung oberhalb der unteren Muschel sich befindet (Fig. 630). Außerdem können sich aber, besonders in den Zwischenräumen der von dem Siebbein entspringenden Blättchen, andere Höhlen ausstülpen, die in sehr verschiedener Zahl vorhanden sind und von verschiedenen Stellen ausgehen (als „*Sinus frontalis*" etc. bezeichnet). Alle genannten Höhlen, die mit einer dünnen Haut, einer Fortsetzung der Schleimhaut der Nasenhöhlen, ausgekleidet sind, haben lediglich die Bedeutung, daß sie das Knochengerüst des Kopfes pneumatisieren, d. h. es leichter machen (vergl. S. 605—6).

Augen. Von den Augenlidern ist — im Gegensatz zu denjenigen anderer Wirbeltiere — das obere größer und beweglicher als das untere. Eine Nickhaut ist im allgemeinen vorhanden, aber weniger als bei Vögeln und Reptilien entwickelt und nicht mit besonderen Muskeln ausgestattet; wenn der Augapfel in die Augenhöhle zurückgezogen wird, gleitet sie über seine Außenfläche hin und bedeckt sie ganz oder teilweise. Zuweilen (z. B. beim Menschen) ist die Nickhaut rudimentär.

Die Sclera enthält noch bei den Monotremen eine Knorpelschicht, sonst besteht sie nur aus Bindegewebe; sie ist bei einigen Säugetieren, besonders bei den Walen, von sehr bedeutender Dicke. In der Chorioidea findet man häufig eine eigentümlich ausgebildete, grünlich, bläulich oder weißlich schimmernde Partie, das Tapetum (z. B. beim Pferd, den Wiederkäuern, den Raubtieren). Die Form der Pupille ist verschieden, entweder ist sie kreisrund (z. B. beim Menschen u. a.) oder spaltförmig, senkrecht (Katze, Fuchs) oder wagerecht (Pferd, Wiederkäuer).

Gehörorgan. Die Ausstülpung des Sacculus, die bei den früher erwähnten Wirbeltieren als Lagena bezeichnet wurde und bei Croco-

1) Monotremen, den meisten Beuteltieren, Seehunden, den Klein-Fledermäusen und einzelnen anderen.

dilen und Vögeln bereits ein längerer Schlauch geworden war, ist bei den Säugetieren bedeutend verlängert und spiralig aufgerollt: der Schneckengang (*Ductus cochlearis*); bei den Monotremen ist die Aufrollung noch schwach (Fig. 631). Ebenso wie bei den Schildkröten ist eine Paukenhöhle und ein Eustachischer Gang, der in den Schlund mündet, vorhanden. Es findet sich ein ovales und ein rundes Fenster (vergl. die Reptilien). Der einfache Hörknochen der Reptilien ist in eine Reihe von dreien zerfallen: den Hammer (*Malleus*), der sich mit dem Trommelfell verbindet, den Amboß (*Incus*) und den Steigbügel (*Stapes*), dessen plattenförmige Endpartie das ovale Fenster schließt[1]; der Stapes besteht bei den Monotremen aus einer Platte und einem einfachen Schaft, der bei den übrigen in der Regel breiter und durchbohrt ist, wodurch das Knöchelchen einem Steigbügel ähnlich wird. Für die Säugetiere charakteristisch ist die Ausbildung eines äußeren Gehörganges: die Grube, an deren Boden das Trommelfell bei den Reptilien seinen Platz hat, ist bei den Säugetieren zu einer längeren Röhre geworden. Weiter haben sich die Ränder der äußeren Oeffnung dieser Röhre zu einer großen dütenförmigen Hautfalte erhoben: äußeres Ohr. Der äußere Gehörgang ist von einer elastischen Knorpelplatte umgeben, die um denselben zusammengerollt ist und sich auch in das äußere Ohr hinein erstreckt, dem sie eine gewisse Steifheit verleiht. Das äußere Ohr kann in der Regel durch besondere Muskeln bewegt werden.

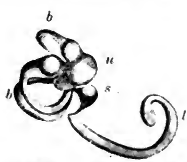


Fig. 631. Labyrinth eines Monotremen (*Echidna*). *b* Bogengänge, *l* Schneckengang, *s* Sacculus, *u* Utriculus. — Nach Alexander.

Die Paukenhöhle, die in das Schläfenbein eingeschlossen liegt, ist oft von recht beträchtlichem Umfange, so daß die umgebenden Knochenpartien (besonders das Tympanicum) zu einem blasenförmigen Teil (*Bulla*) anschwellen; zuweilen steht die Paukenhöhle mit luftgefüllten Hohlräumen der benachbarten Knochen in Verbindung (vergl. Crocodile und Vögel). Die Ohrtrompeten haben in der Regel teilweise knorpelige Wände; sie münden getrennt in den Schlund. Beim Pferd und Tapir hat jede Ohrtrompete eine sehr große, dünnwandige sackförmige Erweiterung; ähnliches auch bei Hyrax und gewissen Fledermäusen.

Die Mundhöhle ist bei jungen Embryonen ebenso wie bei den meisten Reptilien etc. ein einheitlicher Hohlraum. Aber schon frühzeitig entwickelt sich oben an jeder Seite eine Leiste, die bald mit derjenigen der anderen Seite verwächst und so eine wagerechte Scheidewand mit einem hinteren freien Rand bildet: der vordere Teil der Scheidewand ist das innerlich verknöcherte Gaumendach, der harte Gaumen, während der hintere Teil weich ist und das muskulöse Gaumensegel oder den weichen Gaumen darstellt. In den Hohlraum oberhalb dieser Scheidewand münden die Nasenhöhlen, die ohne weitere Grenze in denselben übergehen; der vordere, ober-

1) Manche sind der Meinung, nach unserer Auffassung mit Unrecht, daß nur Amboß + Steigbügel dem Gehörknöchelchen der Reptilien entsprechen, der Hammer dagegen dem Quadratbein. Andere wieder meinen, daß nur der Steigbügel dem Gehörknöchelchen der Reptilien, der Amboß dem Quadratbein, der Hammer dem hintersten Knochen im Unterkiefer der Reptilien (Articulare) entspreche.

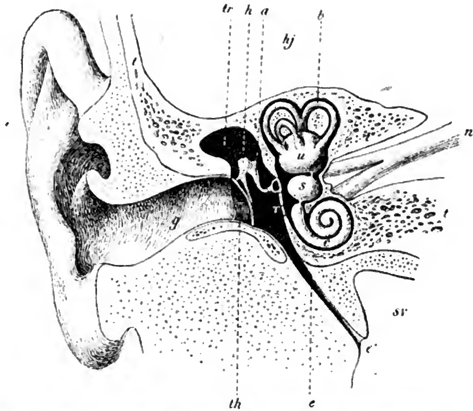


Fig. 632. Schnitt durch den äußeren Gehörgang, die Paukenhöhle etc. des Menschen. Schema. *a* Amboß, *b* Bogengang, *c* Schneckengang, *e* Eustachischer Gang, *e'* dessen Einmündung in den Schlund, *g* äußerer Gehörgang, *h* Hammer, *hj* Schädelhöhle, *n* Gehörnerv, *r* rundes Fenster (oberhalb desselben das ovale Fenster mit dem Steigbügel), *s* Sacculus, *u* Utriculus, (*s*+*u* Vorhof), *sr* Schlund, *t* Schläfenbein, *th* Trommelfell, *tr* Paukenhöhle. — Orig. (mit Benutzung älterer Figuren).

halb des harten Gaumens befindliche Teil des Hohlraumes wird gewöhnlich durch eine senkrechte Kante des Vomers in zwei Hälften geteilt, die den Nasenhöhlen zugerechnet werden, während der hintere, oberhalb des weichen Gaumens gelegene Teil einfach bleibt und als Schlundkopf (*Pharynx*) bezeichnet wird, zu dem man auch den hinter dem Rande des Gaumensegels liegenden hintersten Teil der ursprünglichen Mundhöhle rechnet; in den Schlundkopf öffnen sich oben die Ohrtrompeten, unten die Luftröhre (Fig. 633). Der Raum unterhalb des harten und des weichen Gaumens ist die Mundhöhle in engerem Sinn, welche die Zähne, die Zunge etc. beherbergt.

Die Zähne der Säugetiere sind besonders dadurch ausgezeichnet, daß ihre Anzahl bei einer und derselben Art im allgemeinen ziemlich bestimmt und nicht sehr groß ist, daß ihre Form in der Regel verhältnismäßig kompliziert ist, daß sie in Zahnhöhlen sitzen, und besonders durch die eigentümliche Art des Zahnwechsels, indem die Zähne nicht wie bei den niederen Wirbeltieren das ganze Leben hindurch durch neue ersetzt werden, sondern nur zwei Serien von Zähnen, das Milchgebiß und das bleibende Gebiß, in gesetzmäßiger Reihenfolge nacheinander auftreten; weiter ist hervorzuheben, daß die Zähne bei den Säugetieren in ausgedehntem Maße zur Zerkleinerung der Nahrung, nicht bloß zum Festhalten dieser benutzt werden. — Außer den zwei gewöhnlichen Zahnsubstanzen ist bei den Säugetieren noch eine dritte vorhanden, das Cement, das namentlich am Wurzelteil

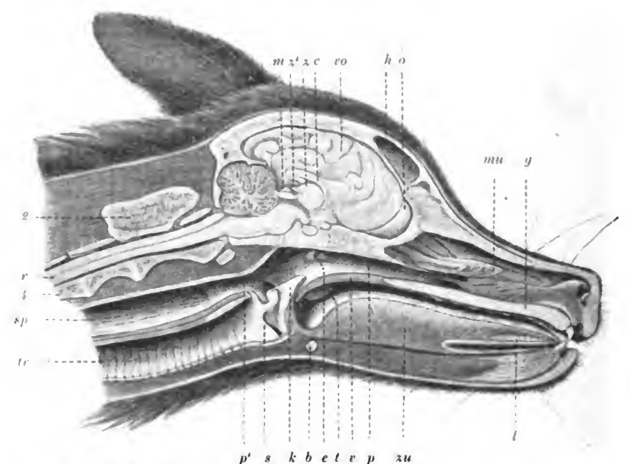


Fig. 633. Längsschnitt durch den Kopf und Hals eines Hundes, verkl. *b* Zungenbein, *c* Hirnbalken, *e* Oeffnung der Ohrtrompete in den Schlundkopf, *g* harter Gaumen, *h* Lufthöhle (Sinus frontalis), *k* Kehldeckel (liegt über dem Hinterrand des Gaumensegels), *l* Tollwurm (siehe S. 652), *m* Mittelhirn, *mu* Nasenmuscheln, *o* Riechkolben, *p* vorderes, *p'* hinteres Ende des Schlundkopfes, *r* Rückenmark, *s* Stimmband, *sp* Speiseröhre, *t* Mandel (siehe S. 652), *tr* Luftröhre, *v* Gaumensegel, *ro* Vorderhirn, *z* Zwischenhirn, *z'* Zirbel, *zu* Zunge, *2* Epistropheus, *4* vierter Halswirbel. — Orig.

des Zahnes (vergl. unten) sich findet. Das Cement ist übrigens einfach eine Schicht von Knochengewebe, das von dem umgebenden Bindegewebe um den Zahn abgelagert wird; es liegt außerhalb der anderen Substanzen und wird zuletzt gebildet. Seine Härte ist geringer als die des Dentins.

Am Säugetierzahn kann man Krone und Wurzel unterscheiden. Die Wurzel ist der proximale, gewöhnlich schmälere, oft in mehrere Aeste gespaltene, schmelzlose, aber mit Cement bedeckte Teil des Zahnes, der im Kiefer verborgen bleibt, die Krone der distale, schmelzbedeckte Teil, der gewöhnlich ganz frei sitzt und in der Regel durch eine deutliche Grenze (eine Einschnürung oder dergl.) von der Wurzel gesondert ist; in der Regel ist die Krone cementlos, es kann aber auch auf der Oberfläche des Schmelzes eine dünnere oder dickere Cementschicht vorhanden sein. Die Form der Krone ist sehr verschieden: sie kann einfach kegelförmig oder meißelförmig sein, sie kann niedrig und breit, mit abgerundeten Höckern oder mit spitzigen Zacken versehen sein oder aber stark zusammengedrückt mit mehrfachen Spitzen am Rande, oder sie ist mit starken Quer- oder Längskämmen ausgestattet, die durch Täler getrennt sind. Letztere können sehr tief werden und sich bis an den Grund der Krone erstrecken (z. B. an den Backenzähnen des Elephanten); auch

an den Seitenflächen des Zahnes können senkrechte Furchen vorhanden sein; meistens sind tiefere Falten ganz oder teilweise mit Cement ausgefüllt (so beim Pferd und Elephanten). Während des Gebrauches wird sehr häufig, namentlich bei gefalteten Zähnen, die Schmelzschicht an allen vorspringenden Punkten des Zahnes durch den Gebrauch abgeschliffen und dadurch das unterliegende Zahnbein entblößt: an der Kaufläche sieht man dann Zahnbeininseln von etwas erhabenen Schmelzstreifen und letztere oft noch von Cement umgeben (besonders an Zähnen von Pflanzenfressern). Krone und Wurzel sind an manchen Zähnen ungefähr von derselben Länge, nicht selten ist die Wurzel etwas länger als die Krone, in anderen Fällen erreicht dagegen die Krone eine überwiegende Ausbildung. Letzteres ist besonders bei stark gefalteten Zähnen, die einer bedeutenden Abnutzung unterworfen sind, der Fall; bei solchen ist die Wurzel (resp. die Wurzeln) oft sehr kurz, die Krone dagegen sehr lang, und es tritt letztere nicht sofort in ihrer ganzen Länge aus dem Kiefer hervor, sondern zunächst kommt nur der distale Teil zum Vorschein, und allmählich, während das freie Ende abgenutzt wird, schiebt sich der Zahn heraus (so z. B. bei den Backenzähnen des Pferdes). Oft ist die Wurzel nicht einmal gebildet, wenn die Abnutzung des distalen Teiles der Krone schon angefangen hat; in anderen Fällen kommt es überhaupt nicht zu einer Wurzelbildung: in dem Maße, wie die Krone distal abgenutzt wird, wächst sie proximal, und das Wachstum des Zahnes wird nie abgeschlossen: wurzellose Zähne (die Vorderzähne der Nager, die Backenzähne mancher Formen derselben Gruppe, die Eckzähne des Ebers etc.).

Die Zähne sitzen in einer einzigen Reihe längs des Randes des Zwischen- und Oberkieferbeines und des Unterkiefers; die Zähne des Zwischenkiefers werden als Schneidezähne, der vorderste Zahn des Oberkieferbeines dicht an der Grenze des Zwischenkiefers als Eckzahn, die übrigen des Oberkiefers als Backenzähne bezeichnet; im Unterkiefer wird derjenige Zahn, der beim geschlossenen Munde vor den Oberkiefer-Eckzahn greift, als Eckzahn, die davor sitzenden als Schneide-, die dahinter sitzenden als Backenzähne bezeichnet. Bei den meisten placentalen[1]) Säugetieren ist die Höchstzahl der Zähne jeder Kieferhälfte[2]) in dem zweiten, bleibenden Gebiß **11**, nämlich 3 Schneidezähne (i^1, i^2, i^3), 1 Eckzahn (c), 7 Backenzähne, von denen die vier vorderen als Prämoloren (p^1—p^4), die drei hinteren als Molaren (m^1— m^3) bezeichnet werden[3]).

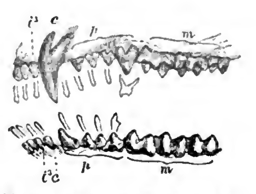


Fig. 634. Gebiß eines Maulwurfs; vollständige Zahnformel; die Milchzähne sind im Umriß ober- oder unterhalb der entsprechenden bleibenden gezeichnet. i^3 dritter Schneidezahn, c Eckzahn, p Prämolaren, m Molaren. — Nach Ch. Tomes.

1) Vergl. S. 662. Die placentalen S. umfassen sämtliche Säugetiere mit Ausnahme der Monotremen und Beuteltiere.

2) Oben werden ein Zwischenkieferbein und ein Oberkieferbein als eine Kieferhälfte zusammengerechnet.

3) i^1 ist der vorderste (innerste) der Schneidezähne, p^1 der vorderste Prämolar, m^1 der vorderste Molar etc.

Im ersten Gebiß, dem **Milchgebiß**, das eine Zeitlang beim jungen Tiere vorhanden ist, später aber ausfällt, finden sich, wo es am vollständigsten ist, 8 Zähne in jeder Kieferhälfte: 3 Schneidezähne (di^1—di^3), 1 Eckzahn (*dc*) und 4 Backenzähne (dp^1—dp^4), welche diejenigen Plätze im Kiefer einnehmen, die später von den entsprechenden bleibenden Schneidezähnen, Eckzahn und Prämolaren besetzt sind; an den Plätzen der Molaren haben keine Milchzähne gesessen. Diese Zahl von Zähnen wird jedoch bei manchen Säugetieren reduziert, und zwar betrifft die Reduktion sowohl Schneide- als Eck- und Backenzähne. Gewöhnlich ist es durch einen Vergleich nicht schwierig, nachzuweisen, welcher oder welche Zähne es sind, die fehlen. Für die Backenzahnreihe ist es Regel, daß die Reduktion am vorderen oder hinteren Ende stattfindet, so daß, wenn nur 6 Backenzähne vorhanden sind, der fehlende Zahn in der Regel entweder der vorderste Prämolar oder der hinterste Molar ist; wenn nur 5 vorhanden sind, fehlen in der Regel entweder p^1 und p^2, oder m^2 und m^3, oder p^1 und m^3, etc. Bei einigen Gruppen verschwinden vorzugsweise die Molaren (bei den Seehunden), bei anderen die Prämolaren (z. B. bei den Nagern), bei anderen (z. B. der Katze) fehlen Zähne an beiden Enden der Backenzahnreihe. Die Anzahl der Milchzähne wird ebenfalls reduziert; fehlt ein Zahn im bleibenden Gebiß, so ist gewöhnlich auch der entsprechende Milchzahn

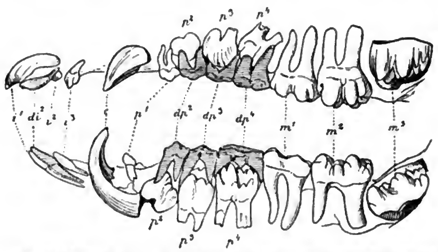


Fig. 635. Die Zähne einer **Sau** in **Zahnwechsel**; die Kiefer aufgemeißelt. i^1—i^3 erster — dritter Schneidezahn, *c* Eckzahn, p^1—p^4 Prämolaren, m^1—m^3 Molaren, di^2 zweiter Milch-Schneidezahn, dp^2—dp^4 Milch-Backenzähne. (Milchzähne schraffiert). Von den Milchzähnen sind di^1, di^3 und *dc* schon ausgefallen; dp^1 fehlt beim Schwein. — Orig.

in Wegfall gekommen (von dieser Regel gibt es jedoch mehrere Ausnahmen). Von den angeführten Milch-Backenzähnen fehlt übrigens gewöhnlich der vorderste (dp^1) auch in den Fällen, wo der entsprechende Zahn des bleibenden Gebisses (p^1) vorhanden ist; selten fehlen andere Milchzähne, wenn die entsprechenden bleibenden vorhanden sind; zuweilen (z. B. bei den Seehunden) fallen die Milchzähne schon während des embryonalen Lebens oder beim neugeborenen Jungen aus und sind dann sehr schwach entwickelt oder sogar rudimentär. Von den Zähnen haben die Backenzähne in der Regel die komplizierteste Form, während die Schneide- und Eckzähne einfacher sind; die Eckzähne sind meistens kegelförmig, die Schneidezähne häufig meißelförmig. Das **Milchgebiß** ist gewöhnlich dem bleibenden Gebiß einigermaßen

ähnlich. — Bei einem Teil der placentalen Säugetiere finden wir jedoch Abweichungen von den beschriebenen regelmäßigen Verhältnissen, indem eine größere Anzahl von Zähnen auftreten kann. Besonders findet man solches bei Formen, die, in Anpassung an eigentümliche Lebensverhältnisse, in gewissen Beziehungen sozusagen auf eine niedere Stufe herabgesunken sind; so besitzen z. B. die Zahnwale, deren Lebensweise so sehr an die der Fische erinnert, gleichartige, in der Regel kegelförmige Zähne, deren Anzahl mehrere Mal so groß wie die typische sein kann; auch bei Tieren, für welche die Zähne nur eine untergeordnetere Bedeutung haben, findet man, daß mit einem Rückgang in der Form und Ausbildung des einzelnen Zahnes eine Vermehrung der Anzahl einhergeht (z. B. bei den Gürteltieren). Bei Formen mit solchen abweichenden Verhältnissen des bleibenden Gebisses findet man häufig ein vollständiges Fehlen des Milchgebisses. — Die Beuteltiere weichen u. a. dadurch ab, daß die Zahl der Schneidezähne des bleibenden Gebisses größer als drei sein kann; vergl. des näheren unten bei den Beuteltieren.

Dem oben über die Zähne der Säugetiere Gesagten kann noch folgendes hinzugefügt werden. Häufig ist die Schmelzschicht an einigen Teilen der Krone dünner als an anderen; oder sie kann an gewissen Teilen fehlen (z. B. an der Hinterseite der Vorderzähne der Nager), ja sogar an dem größten Teil (an den Schneidezähnen des Elephanten findet sich Schmelz nur an der Spitze des noch nicht abgenutzten Zahnes), oder völlig fehlen (so bei manchen Walen). — Wenn der Zahn aus den Kiefern hervorbricht und in Gebrauch tritt (Fig. 636), ist seine Entwicklung meistens noch keineswegs abgeschlossen: die Wurzel ist oft nicht fertig gebildet; die Dentinschicht hat noch nicht ihre volle Mächtigkeit erlangt, die Keimhöhle ist groß, verkleinert sich allmählich langsam, während das Dentin gleichzeitig an Dicke zunimmt; auch das Cement an der Wurzel des Zahnes verdickt sich allmählich, es ist bei sehr alten Tieren oft von sehr ansehnlicher Mächtigkeit, während es bei jungen kaum angedeutet ist; nur der Schmelz pflegt (von wurzellosen Zähnen abgesehen) vollständig zu sein, wenn der Zahn in Gebrauch tritt. — Vor dem Ausfallen der Milchzähne werden gewöhnlich die Wurzeln derselben allmählich in größerer oder geringerer Ausdehnung von eigentümlichen, im umgebenden Bindegewebe liegenden Zellen aufgelöst, weggeätzt (resorbiert).

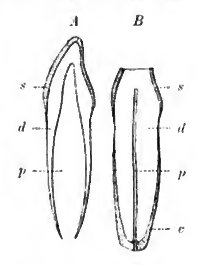


Fig. 636. *A* Schneidezahn eines Hundes, kurz nachdem er in Gebrauch getreten ist; *B* derselbe Zahn eines alten Hundes; Längsschnitte. An dem jungen Zahn ist die Pulpahöhle sehr groß, das Cement noch gar nicht (oder in sehr unbedeutender Menge) vorhanden; in dem alten Zahn ist der obere Teil der ursprünglichen Pulpahöhle ganz mit Dentin ausgefüllt und der übrige Teil derselben sehr eng, das Cement reichlich entwickelt, die Spitze des Zahnes abgenutzt. *c* Cement, *d* Dentin, *p* Pulpahöhle, *s* Schmelz. — Orig.

In der speziellen Darstellung wird die Zahl der Zähne folgendem Beispiele gemäß durch eine sog. Zahnformel angegeben: $\frac{3}{2}$ *i* (= 3 Schneidezähne oben, 2 unten auf jeder Seite), $\frac{1}{0}$ *c* (= 1 Eckzahn oben, 0 unten), $\frac{6}{5}$ *b* (= 6 Backzähne oben, 5 unten), oder $\frac{3}{3}$ *p* (= 3 Prämolaren oben,

3 unten), $\frac{3}{2}$ *m* (= 3 Molaren oben, 2 unten). Wünscht man ausdrücklich anzugeben, welche bestimmten Zähne vorhanden sind, so geschieht dies nach folgender Formel, in der die Zeichen oberhalb der Linie die Zähne der Oberkieferhälfte, die anderen diejenigen der Unterkieferhälfte bezeichnen:

$$\frac{i^1\ i^2\ i^3}{\quad\ i^2\ i^3} \quad \frac{c}{c} \quad \frac{p^2\ p^3\ p^4}{\quad\ p^3\ p^4} \quad \frac{m^1\ m^2}{m^1\quad}$$

Bei einer kleinen Anzahl von Säugetieren fehlen Zähne völlig: zuweilen besitzen jedoch Säugetiere, welche als erwachsene Tiere zahnlos sind (die Bartenwale, Ornithorhynchus), im Embryonalleben oder in der Jugend Zähne, die später verschwinden.

Für die Säugetiere charakteristisch ist das Vorhandensein einer Ober- und einer Unterlippe, zweier großer, muskulöser Hautfalten, welche die Kieferränder bedecken; seitlich gehen sie ineinander über und bilden die Wangen; sie fehlen nur selten. Bei einigen Säugetieren (z. B. manchen Affen und Nagern) finden sich sackförmige Ausstülpungen der Wangen, Backentaschen, Reservoire für die aufgenommene Nahrung. — Am harten Gaumen findet sich bei den meisten Säugetieren eine doppelte Reihe ziemlich fester Querfalten, die Gaumenfalten, die bei manchen Säugetieren, z. B. beim Rind, sehr hervortretend, bei anderen ganz oder fast ganz verwischt sind (Mensch); über die eigentümliche Entwicklung der Gaumenfalten bei den Bartenwalen vergl. die Wale. — Außer kleineren in die Wand eingebetteten Drüsen öffnen sich in die Mundhöhle mehrere größere sog. Speicheldrüsen: Ohrspeicheldrüse (*Parotis*), Unterkieferdrüse (*Glandula submaxillaris*), Unterzungendrüse (*Gl. sublingualis*)[1]. — Die Zunge ist sehr muskulös, kräftig und beweglich, was von großer Bedeutung bei der Bearbeitung der Nahrung in der Mundhöhle wird; sie ist an ihrer Oberseite mit kleinen spitzen Warzen (*Papillae filiformes*) bedeckt, die zuweilen an ihrer Oberfläche stark verhornen (z. B. bei den Katzen); außerdem finden sich in geringerer Anzahl verschiedene andere Fortsätze (*P. fungiformes, circumvallatae* und *foliatae*), die Geschmacksknospen tragen.

An der Unterseite der Zunge findet sich jederseits eine Falte, die sich oft vorn mit derjenigen der anderen Seite vereinigt; diese Falten, die man als Unterzunge bezeichnet, erreichen ihre größte Entwicklung bei den Halbaffen, bei denen sie einen zungenähnlichen Anhang an der Unterseite der eigentlichen Zunge bilden. — Im vordersten Teil der Zunge (Fig. 633) findet sich dicht an der unteren Seite bei einigen Säugetieren ein länglicher Körper, der sog. Tollwurm (*Lyssa*); er ist von lockerem Bindegewebe umschlossen und besteht selbst aus Muskel- und Bindegewebe; zuweilen enthält er einen knorpeligen Teil, der möglicherweise dem vorderen dünnen Ende des Zungenbeinkörpers der Saurier (Fig. 557) entspricht. — Hinten am Grunde der Zunge liegt an jeder Seite (Fig. 633, *t*) die Mandel (*Tonsilla*), eine grubige Partie der Schleimhaut, in der zahlreiche Lymphfollikel vorhanden sind. Durch das Epithel der Mandeln wandern zahlreiche Lymphzellen in die Mundhöhle, wo sie im Speichel zu Grunde gehen (Speichelkörperchen). Auch an anderen Stellen der Mundschleimhaut sind Lymphfollikel eingebettet und

1) Letztere ist übrigens nicht eine einzelne Drüse, sondern eine Gruppe von kleineren Drüsen, jeder mit einem Ausführungsgang.

findet ähnliche Auswanderung von Lymphzellen statt, die auch an anderen Partien der Schleimhaut des Darmkanals stattfinden kann.

Der Schlundkopf setzt sich in die Speiseröhre fort, die gewöhnlich lang und eng und nicht so erweiterungsfähig wie bei anderen Wirbeltieren ist. Der Magen ist in seiner gewöhnlichen Form ein kurzer, weiter, etwas gebogener Schlauch, der dicht an der Einmündungsstelle der Speiseröhre mit einem kurzen Blindsack versehen ist, der ganz allmählich in den übrigen Teil des Magens übergeht. Bei verschiedenen Säugetieren ist der Magen durch Einschnürungen in mehrere Abschnitte geteilt: zusammengesetzter Magen (bei gewissen Nagern, den Walen, den Wiederkäuern etc.); oder er ist dadurch ausgezeichnet, daß er mit mehreren kurzen Blindsäcken besetzt ist (beim Schwein); oder er weicht auf andere Weise, z. B. durch langgestreckte, darmähnliche Form (Känguru) von der gewöhnlichen Gestalt ab. Meistens ist die ganze Innenseite des Magens mit einem Cylinderepithel bekleidet und seine Wandung mit zahlreichen Drüschen (Magensaftdrüsen und Schleimdrüsen) ausgestattet; häufig setzt sich jedoch das Epithel der Speiseröhre — das ebenso wie dasjenige der Mundhöhle der Epidermis ähnlich, also ein mehrschichtiges Plattenepithel ist — eine Strecke weit in den Magen hinein fort; manchmal kann es sogar über eine sehr beträchtliche Partie des Magens ausgedehnt sein; der betreffende Teil macht beim Pferde ungefähr die Hälfte des Magens aus; bei den meisten Wiederkäuern sind Vorder- und Mittelmagen mit dem mehrschichtigen Epithel bekleidet. — Der Dünndarm ist von ansehnlicher Länge, am längsten bei Pflanzenfressern. — Derjenige Abschnitt des Darmkanals, den wir bei anderen Wirbeltieren als Enddarm bezeichnen, ist bei den Säugetieren von bedeutender Länge, gewöhnlich auch ziemlich weit, und erhält den Namen Dickdarm; nur sein Endabschnitt wird als Enddarm bezeichnet. An der Grenze von Dünn- und Dickdarm entspringt von letzterem meistens ein Blinddarm, der bei einigen Säugetieren (z. B. dem Pferd) eine kolossale Entwicklung erlangt, während er bei anderen oft stark verkürzt ist (Hund, Mensch)[1]. — Die Leber, die ihren Platz dicht hinter dem Zwerchfell hat, ist in der Regel, aber nicht immer, mit einer Gallenblase versehen (eine solche fehlt z. B. beim Pferd). Die Bauchspeicheldrüse hat gewöhnlich einen Ausführungsgang[2], der in den vordersten Teil des Dünndarms entweder für sich oder erst nach Vereinigung mit dem Gallengang einmündet.

Das Netz (*Omentum majus*) ist ein besonders entwickelter Teil des Gekröses, der bei manchen Säugetieren vorhangartig die Unterseite des Magens und der Gedärme bedeckt.

Atmungsorgane. Der Eingang zum Kehlkopf ist eine Längsspalte hinter der Zunge, vor dem Eingang zur Speiseröhre. Vor der Oeffnung befindet sich eine den Säugetieren eigentümliche Klappe, der Kehldeckel (*Epiglottis*), der einen großen elastischen Knorpel enthält; er ist unter gewöhnlichen Umständen emporgerichtet, reicht sogar bei vielen Säugetieren (Fig. 633) über den Rand des Gaumensegels hinauf, legt sich aber, wenn Nahrung aus der Mundhöhle durch

---

1) Beim Menschen und einzelnen anderen Säugetieren setzt der Blinddarm sich in einen dünnen engen Anhang, die *Appendix vermiformis*, fort.

2) Seltener besitzt die Bauchspeicheldrüse zwei Ausführungsgänge, die entweder beide getrennt in den Darm ausmünden oder von denen der eine sich mit dem Gallengang vereinigt.

den Schlundkopf in die Speiseröhre tritt, über die Oeffnung des Kehlkopfes hinab. Der Kehlkopf enthält in seiner Wand große Knorpel, nämlich: hinten den Ringknorpel (*Cartilago cricoidea*), unten den großen Schildknorpel (*C. thyreoidea*), vorn und oben die beiden Gießkannenknorpel (*Cartilagines arytaenioideae*). Die übrige Luftröhre ist gewöhnlich ziemlich lang, von Knorpelringen gestützt; hinten spaltet sie sich in die beiden großen Luftröhrenäste, die sich weiter verästeln; jede Lunge ist, wie schon früher hervorgehoben wurde, ein baumförmig verästeltes Organ, dessen gröbere und feinere Aeste sämtlich hohl sind. Nur in den äußersten Verästelungen (Fig. 637), die dünne Wände besitzen und mit kleinen Ausstülpungen (Alveolen)[1]) besetzt sind, findet die Respiration statt; im übrigen Teil des Astsystems besitzen die Röhren dickere Wände, die bei den gröberen Aesten sogar ebenso wie die Luftröhre mit Knorpelringen oder -plättchen versehen sind. Alle Aeste werden von Bindegewebe zusammengehalten. — Die Lungen haben mit dem Herzen zusammen ihren Platz im vordersten Abschnitt der Leibeshöhle, der Brusthöhle, längs deren oberer Wand auch die Speiseröhre verläuft, während der übrige Teil des Darmkanals mitsamt der Niere und den Geschlechltsorganen in dem hinteren, als Bauchhöhle bezeichneten Abschnitt der Leibeshöhle liegt. Zwischen Brust- und Bauchhöhle ist eine große, in der Mitte sehnige, sonst muskulöse Scheidewand, das Zwerchfell, ausgespannt, das, wenn seine muskulösen Teile erschlafft sind, in die Brusthöhle hinein gewölbt ist; wenn das Zwerchfell sich kontrahiert, plattet es sich ab, dadurch wird die Brusthöhle vergrößert und die sehr elastischen Lungen erweitert, was zur Folge hat, daß die Luft von außen hineinströmt; beim Erschlaffen des Zwerchfells werden die Lungen zusammengedrückt und die Luft teilweise ausgetrieben. Das Zwerchfell ist somit ein wirksames Werkzeug für den Luftwechsel. Auch die Muskeln, welche die Rippen bewegen, sind in dieser Beziehung von Bedeutung; wenn die unteren Enden der Rippen nach vorn bewegt werden, erweitert sich die Brusthöhle.

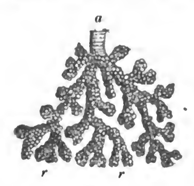


Fig. 637. Kleiner Teil einer Säugetierlunge mit Quecksilber gefüllt. *a* feinster Luftröhrenast, *r* respirierende Teile der Lunge. — Nach Frey.

Die sog. Winterschlafdrüse, die bei manchen einen Winterschlaf haltenden Säugetieren (Fledermäusen, Igel, Murmeltier, Hamster, Siebenschläfer) und bei einigen anderen (Maulwurf, Spitzmaus, Maus, Kaninchen) sich findet, ist eine gelappte Masse, die sich von der Brusthöhle auf den Hals, über einen Teil des Rückens etc. erstreckt; sie ist am größten im Herbst und nimmt während des Winters an Größe ab. Das Organ, das bräunlich erscheint, besteht aus Bindegewebe mit zahlreichen großen Zellen, die Fettropfen enthalten, und ist lediglich wie andere Fettmassen als Reservenahrung aufzufassen.

Gefäßsystem. Wie bei den Crocodilen und Vögeln ist sowohl Vorhof als Herzkammer in je zwei vollständig getrennte Hälften geteilt; der linke Vorhof empfängt das Blut von den Lungen, der

1) Die Lungen der Katze enthalten z. B. ca. 800 Millionen Alveolen, mit einer Oberfläche von zusammen ca. 40 m^2.

rechte Vorhof das vom übrigen Körper. Von der rechten Herzkammer entspringen bloß, mit einem gemeinsamen Stamm, die Lungenarterien (die Arterienbogen des vierten Paares). Der rechte Arterienbogen des zweiten Paares ist zugrunde gegangen; der linke Arterienbogen des zweiten Paares und die Arterienbogen des ersten Paares entspringen mit einem gemeinsamen Stamm, der Körperarterie, von der linken Herzkammer und führen somit alle arterielles Blut; die Aorta wird allein von dem linken Bogen des zweiten Paares gebildet (in Gegensatz zu den Vögeln); das erste Arterienbogenpaar bildet wie gewöhnlich die Kopfarterien. Bei den Säugetieren besteht demnach dieselbe vollständige Trennung des arteriellen und des venösen Blutes wie bei den Vögeln. — Ein Conus arteriosus fehlt.

Fig. 638. Herz und Arterienbogen der Säugetiere, Schema. *a* rechter, *a'* linker Vorhof, *ao* Aorta, *v* rechte, *v'* linke Herzkammer, *1*, *1'*, *2'*, *4*, *4'* Arterienbogen. — Orig.

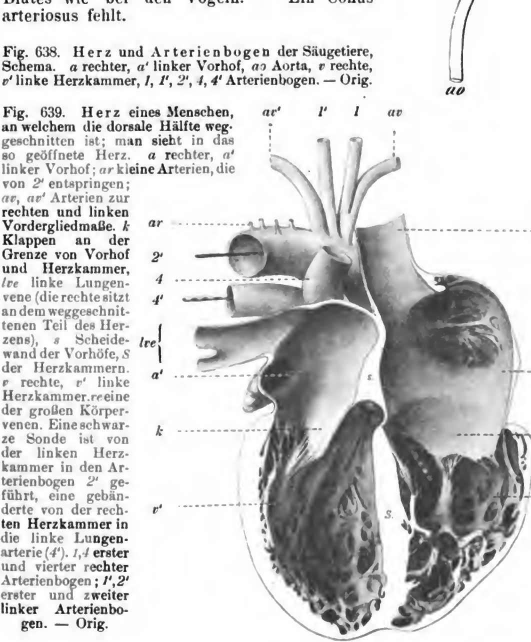


Fig. 639. Herz eines Menschen, an welchem die dorsale Hälfte weggeschnitten ist; man sieht in das so geöffnete Herz. *a* rechter, *a'* linker Vorhof; *ar* kleine Arterien, die von *2'* entspringen; *av*, *av'* Arterien zur rechten und linken Vordergliedmaße. *k* Klappen an der Grenze von Vorhof und Herzkammer, *lve* linke Lungenvene (die rechte sitzt an dem weggeschnittenen Teil des Herzens), *s* Scheidewand der Vorhöfe, *S* der Herzkammern. *v* rechte, *v'* linke Herzkammer. *re* eine der großen Körpervenen. Eine schwarze Sonde ist von der linken Herzkammer in den Arterienbogen *2'* geführt, eine gebänderte von der rechten Herzkammer in die linke Lungenarterie (*4'*). *1*, *4* erster und vierter rechter Arterienbogen; *1'*, *2'* erster und zweiter linker Arterienbogen. — Orig.

Beim neugeborenen Säugetier findet sich in der Scheidewand zwischen den beiden Vorhöfen noch eine größere Oeffnung (*Foramen ovale*), die sich jedoch bald schließt. Ebenso ist noch ein Verbindungsgang (der Botallische Gang) zwischen dem zweiten linken Arterienbogen und der Lungenarterie (dem vierten Arterienbogen) offen; er bildet sich nach der Geburt zu einem soliden Strang um.

Die Nieren sind kurze, rundliche Organe, in deren innerer (medialer) Seite ein größerer Hohlraum von verschiedener Form, das Nierenbecken, vorhanden ist, in das die Harnkanälchen einmünden; von der umgebenden Nierensubstanz ragen oft mehrere größere Papillen in das Nierenbecken hinein. Letzteres setzt sich in den Harnleiter fort. Eine Harnblase ist stets vorhanden. Ueber die Ausmündung dieser sowie der Harnleiter vergl. die Geschlechtsorgane.

Bei den meisten Säugetieren ist die Oberfläche der Niere glatt, bei anderen (z. B. beim Rind) höckerig; wieder bei anderen (Bär, Seehunden, Waltieren etc.) sind die Nieren verzweigt, aus zahlreichen Läppchen zusammengesetzt, die je einem Aestchen des vorderen Endes des Harnleiters aufsitzen und nur durch lockeres Bindegewebe zusammengehalten werden.

Die Eierstöcke der Säugetiere sind ziemlich kleine Organe, meistens mit einer glatten oder etwas höckerigen Oberfläche; nur bei wenigen Säugetieren (Monotremen, Schwein etc.) erhält der Eierstock durch stärkere Hervorwölbung der Follikel ein brombeerartiges oder traubenförmiges Aussehen. Bei den Monotremen verhalten sich die Eifollikel — die bei den Säugetieren

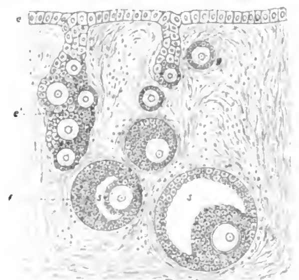


Fig. 640. Schnitt durch den Eierstock eines Säugetieres. Schema. *e* Epithel an der Oberfläche des Eierstocks, *e'* eingestülpte Teile des Epithels, *f* Follikelzellen, *g* junger Graafscher Follikel, *s* Spaltraum. Die großen Zellen sind die Eizellen.

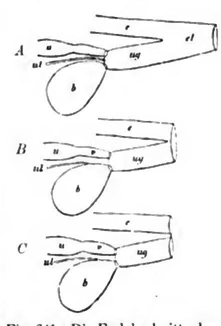


Fig. 641. Die Endabschnitte des Darmes, des Harn- und Geschlechtsapparates verschiedener weiblicher Säugetiere, von der Seite gesehen. Schemata. *A* Monotrem, *B* Beuteltier, *C* übrige Säugetiere. *b* Blase, *cl* Cloake, *e* Enddarm, *u* Uterus, *ug* Urogenitalkanal, *ul* Harnleiter, *v* Scheide. — Orig.

als Graafsche Follikel bezeichnet werden — wesentlich wie bei den niederen Wirbeltieren: die Eizelle ist nur von einer dünnen, eine oder wenige Zellen dicken Schicht Follikelzellen umgeben. Bei den übrigen Säugetieren ist dasselbe mit den ganz jungen Follikeln der Fall (Fig. 640, *g*); bald teilen die Follikelzellen sich aber derart, daß

die Schicht viele Zellen stark wird (Mitte der Figur); und in dieser Zellenmasse bildet sich später ein spaltförmiger Hohlraum (*s*), der allmählich größer wird, so daß der reife Follikel ein kugeliger Körper ist mit einem großen von Zellen umgebenen Hohlraum, in den ein die Eizelle umschließender Zellenhügel hineinragt[1]).

Jeder Eileiter zerfällt bei den Säugetieren im allgemeinen in drei Abschnitte, einen vorderen, meist sehr engen Abschnitt, die Tube (*Tuba Fallopii*), mit dem in die Bauchhöhle sich öffnenden Trichter,

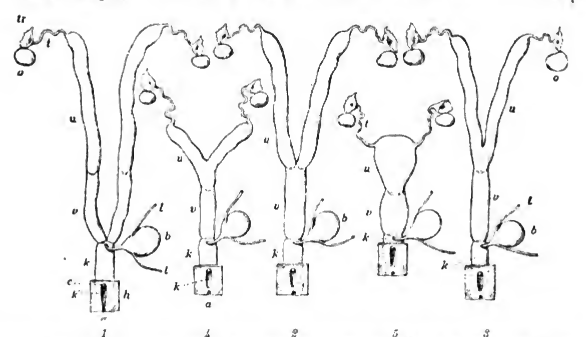


Fig. 642. Weibliche Geschlechtsorgane verschiedener Säugetiere, von unten gesehen. Schemata. *1* die Müllerschen Gänge ganz getrennt (Beuteltiere), *2* die Uteri getrennt, die Scheiden zu einer vereinigt (Hase), *3–4* zweihörniger Uterus (das gewöhnliche Verhalten), *5* einfacher Uterus. *a* After, *b* Harnblase (seitlich gelegt), *c* Clitoris, *h* Haut, *k* Urogenitalkanal, *k'* dessen Oeffnung, *l* Harnleiter, *o* Eierstock, *t* Tube, *tr* Trichter, *u* Uterus, *v* Scheide. — Orig.

einen mittleren, weiteren Abschnitt, die Gebärmutter („Tragsack", *Uterus*), und einen Endabschnitt, die Scheide (*Vagina*); bei den Monotremen sind Gebärmutter und Scheide noch nicht gesondert. Die Eileiter münden bei den Monotremen (Fig. 641 *A*) getrennt in eine sackförmige Ausstülpung der ventralen Wand der Cloake, den Urogenitalkanal, in den auch die Harnblase und beide Harnleiter einmünden; alle 5 Oeffnungen befinden sich dicht beisammen am Boden des Urogenitalkanals. Bei den Beuteltieren (*B*) ist die Cloake derartig verkürzt, daß sie nur eine kleine Grube darstellt, in welche der Enddarm oben, der Urogenitalkanal unten einmündet, beide Scheiden münden getrennt am Boden des Urogenitalkanals, in welchen außerdem nur noch die Harnblase sich öffnet, indem nämlich die Harnleiter in den hinteren Teil der Blase einmünden[2]). Bei den placentalen

1) Wenn das Ei aus dem Follikel entleert ist, füllt sich der Hohlraum mit Zellen, die den Follikelzellen entstammen. Diese Zellenmasse, die von einem bindegewebigen Gerüst durchwachsen wird, kann bei manchen Säugetieren derartig an Masse zunehmen, daß der Follikel vielmals größer wird als vorher, ja so groß wie der ganze übrige Eierstock werden kann. Später bildet sich dieser „gelbe Körper" (*Corpus luteum*) wieder zurück.

2) Bei einigen Beuteltieren sind die beiden Eileiter in ihrer ganzen Länge getrennt, bei anderen sind die Scheiden zwar eine Strecke weit verschmolzen, münden aber getrennt in den Urogenitalkanal.

Säugetieren (*C*) fehlt eine Cloake beim ausgebildeten Tiere ganz; der Urogenitalkanal (sog. Scheiden-Vorhof, *Vestibulum*) und der Enddarm münden getrennt auf der Oberfläche, entweder ganz dicht beisammen oder durch einen etwas größeren Zwischenraum getrennt. Die Eileiter sind bei ihnen fast immer in größerer oder geringerer Ausdehnung vom hinteren Ende aus verschmolzen: entweder bloß die Scheiden, welche fast immer zu einer vereinigt sind, oder auch die hinteren Teile der Uteri, oder die Uteri sind in ihrer ganzen Länge verschmolzen; in ersterem Falle haben wir also noch zwei vollständig getrennte Uteri, eine sog. doppelte Gebärmutter (*Uterus duplex*), wie beim Kaninchen, im zweiten Fall eine zweihörnige Gebärmutter (*U. bicornis*), wie beim Pferd und vielen anderen Säugetieren, im letzteren Fall eine einfache Gebärmutter (*U. simplex*), wie beim Menschen (Fig. 642). Die Harnleiter und die Blase verhalten sich wie bei den Beuteltieren.

An der Grenze der Scheide und des Vorhofs findet sich bei manchen Säugetieren eine von einer kleinen Oeffnung durchbohrte, dünne, häutige Querscheidewand, *Hymen*, die bei der ersten Begattung gesprengt wird. — Der Vorhof ist von sehr verschiedener Länge, bei einigen sehr lang (z. B. beim Hasen), bei anderen sehr kurz, fast verschwindend (z. B. beim Menschen).

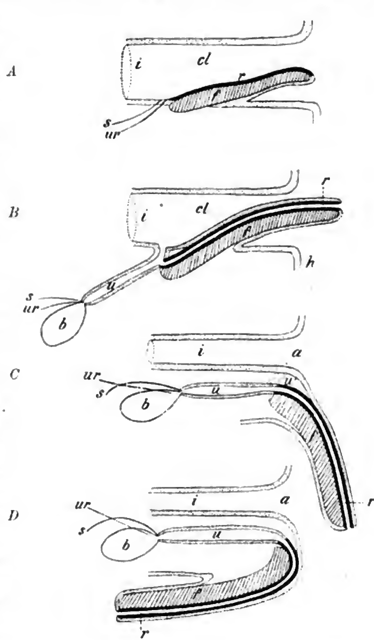
Ein dem männlichen Begattungswerkzeug entsprechendes rudimentäres Organ findet sich oft beim weiblichen Tier unten an der äußeren Oeffnung des Urogenitalkanals in Form eines meistens warzenförmigen, selten längeren Gebildes (*Clitoris*). — Ferner können Rudimente der Urnieren (Nebeneierstock, z. B. beim Menschen) und der Urnierengänge (Gartnersche Gänge bei Wiederkäuern) vorhanden sein.

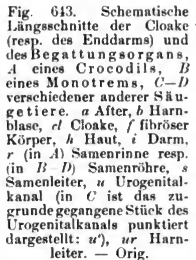
Männliche Geschlechtsorgane. Bei allen Säugetieren liegen die Hoden [1]) zunächst, beim Embryo, an der dorsalen Wand der Bauchhöhle, ähnlich wie bei den Reptilien und Vögeln, und bei einigen (Monotremen, Waltieren, Elephanten u. a.) bleiben sie zeitlebens in dieser Lage. Bei den meisten Säugetieren senken sie sich aber am Ende des Embryonallebens oder beim jungen Tier jeder in eine Ausstülpung der ventralen Bauchwand hinab; meistens sind beide Ausstülpungen äußerlich zu einem beutelförmigen Körper, dem Hodensack (*Scrotum*), vereinigt, der durch eine Scheidewand in zwei Fächer geteilt ist; jedes Fach enthält einen Hoden, und sein Hohlraum steht durch einen weiteren oder engeren, oft mit der Zeit verwachsenden Kanal mit der übrigen Bauchhöhle in Verbindung [2]). Bei den Monotremen (Fig. 643 *B*) münden die Samenleiter mit den Harnleitern und der Harnblase zusammen in eine enge, tiefe Ausstülpung der ventralen Wand der Cloake, den Urogenitalkanal, der dem gleichnamigen des weiblichen Tieres entspricht; mit der ventralen Wand der Cloake ist ein Begattungsorgan (Rute, *Penis*) verbunden, das sich von dem entsprechenden (homologen) der Schildkröten, Crocodile und Vögel dadurch unterscheidet, daß die Rinne an der Oberseite des Organs zu einer an beiden Enden offenen Röhre, der Samenröhre,

1) Aehnlich wie bei den Vögeln (vergl. S. 608) findet bei manchen Säugetieren außerhalb der Brunstzeit eine Rückbildung der Hoden statt, so daß sie stark an Größe abnehmen (Rehbock, Igel etc.).

2) Bei einigen Säugetieren (Insectivoren, Nagern) liegen die Hoden nur während der Brunst (wenn sie sich vergrößert haben) im Hodensack, zu anderer Zeit in der Bauchhöhle.

umgebildet ist, deren vordere Oeffnung in den Urogenitalkanal mündet. Im Begattungsorgan liegt unterhalb der Samenröhre eine (auch schon bei Reptilien und Vögeln vorhandene) längliche fibröse Bindegewebsmasse, der fibröse Körper (*Corpus fibrosum*). — Bei den übrigen männlichen Säugetieren (auch bei den Beuteltieren) fehlt eine Cloake; die ursprüngliche Oeffnung des Urogenitalkanals in die Cloake hat sich geschlossen (Fig. 643 *C*), und der Urogenitalkanal mündet somit nur durch die Samenröhre nach außen: auch der Harn muß durch letztere passieren, die deswegen auch allgemein als „Harnröhre" bezeichnet wird. Das Begattungsorgan hat seinen Platz unterhalb




Fig. 643. Schematische Längsschnitte der Cloake (resp. des Enddarms) und des Begattungsorgans, *A* eines Crocodils, *B* eines Monotrems, *C*–*D* verschiedener anderer Säugetiere. *a* After, *b* Harnblase, *cl* Cloake, *f* fibröser Körper, *h* Haut, *i* Darm, *r* (in *A*) Samenrinne resp. (in *B*–*D*) Samenröhre, *s* Samenleiter, *u* Urogenitalkanal (in *C* ist das zugrunde gegangene Stück des Urogenitalkanals punktiert dargestellt: *u'*), *ur* Harnleiter. — Orig.

des Afters, schlägt sich aber bei manchen Säugetieren (*D*) auf die Bauchwand herum, mit welcher es eng verbunden ist; die Spitze ist dann nach vorn gerichtet, und der fibröse Körper hat natürlich seinen Platz oberhalb der Samenröhre. Die beiden Hälften des Hodensacks liegen in solchen Fällen eine auf jeder Seite des Penis, der sozusagen den Hodensack durchbohrt, während der Hodensack, wenn der Penis hinten liegt, vor demselben, bisweilen (Känguru) sogar weit vor demselben seinen Platz hat.

Die Samenröhre ist von einem dichten Venennetz („*Corpus cavernosum urethrae*") umgeben, und ein ähnliches befindet sich auch in dem fibrösen Körper (der deshalb auch als *C. cav. penis* bezeichnet wird); wenn diese Gefäßnetze sich mit Blut füllen, wird der Penis erigiert. — Im Penis vieler

42*

Säugetiere (Raubtiere, Affen etc.) ist eine Verknöcherung, der Rutenknochen. entwickelt. — Das Ende des Penis (*Glans*) ist von einer ringförmigen Hautfalte, der Vorhaut (*Praeputium*), umgeben.

In den Urogenitalkanal und in die Samenröhre münden verschiedene Drüsen, deren Secret dem Samen beigemischt wird; unter diesen sind die Vorsteherdrüse (*Prostata*) und die Cowperschen Drüsen die konstantesten. In jeden Samenleiter öffnet sich bei manchen Säugetieren dicht an dessen Einmündung in den Urogenitalkanal (oder getrennt in diesen) eine Samenblase (*Vesicula seminalis*), ein sackförmiges oder verästeltes Hohlorgan, das als Absonderungsorgan oder zugleich als Samenreservoir fungiert. — Beim männlichen Säugetier können größere oder kleinere Rudimente der Eileiter (der sog. *Uterus masculinus*) vorhanden sein.

Von den Säugetieren sind nur die Monotremen eierlegend; das Ei (Fig. 645) hat bei diesen eine verhältnismäßig bedeutende Größe[1]: es ist von einer ganz dünnen Eiweißschicht und von einer pergamentartigen Schale umgeben. Die Furchung ist partiell. Alle anderen Säugetiere sind lebendiggebärend; die Eizelle ist mikroskopisch klein, die Furchung total. Bei den Beuteltieren sind noch die von den Reptilien bekannten Umhüllungen vorhanden: eine Eiweißschicht und eine ganz dünne weiche Schale Das Ei bleibt aber im Uterus liegen und macht hier seine Entwicklung durch, indem es ernährt wird und wächst durch Aufsaugung einer von den Drüsen des Uterus abgesonderten Flüssigkeit; eine engere Verbindung zwischen dem Embryo und der Wand des Uterus besteht bei diesen gewöhnlich nicht, und das neugeborene Junge befindet sich in einem Zustand, der im Vergleich mit demjenigen der neugeborenen placentalen Säugetiere als ungemein unentwickelt bezeichnet werden muß: es wird nach der Geburt lange Zeit mit der Milch der Mutter ernährt. Bei den placentalen Säugetieren fehlen Eiweiß und Schale. Auch hier bleibt das Ei im Uterus liegen und wird teils durch Aufsaugung einer ähnlichen milchartigen Absonderung der Uterindrüsen wie bei den Beuteltieren (Uterinmilch) ernährt, teils dadurch, daß vom Chorion (vergl. S. 661) gefäßreiche, verästelte, zottenähnliche Fortsätze entwickelt werden, die sich in entsprechende Vertiefungen der gefäßreichen Wand des Uterus einsenken und als Aufsaugungsorgane für die Blutflüssigkeit der Mutter dienen. Die Zotten sind entweder einigermaßen gleichmäßig über die ganze betreffende Hülle verbreitet (Pferd. Schwein. Kamele, Wale) oder besonders, resp. ausschließlich, und zwar sehr stark, an einer Stelle entwickelt, die dann als der Fruchtkuchen, *Placenta foetalis*[2]), bezeichnet wird; oder es finden sich mehrere solche Stellen, an denen Zotten stark entwickelt sind. Letzteres ist bei den meisten Wiederkäuern der Fall, die eine größere Anzahl stark hervortretender kleiner Fruchtkuchen („Cotyledonen") besitzen; sonst findet man einen großen zusammenhängenden Fruchtkuchen, entweder einen gürtelförmigen (Raubtiere, Seehunde, Elephanten) oder einen scheibenförmigen (beim Menschen und anderen[3])). Der

1) Beim Ameisenigel (*Echidna*) hat das Ei mit der Schale einen Längsdurchmesser von 15 mm, einen Querdurchmesser von 13 mm; beim Schnabeltier hat es eine ähnliche Größe.

2) Wenn die Zotten über die ganze Hülle gleichmäßig verteilt sind, sagt man, die betreffenden Tiere (z. B. das Pferd) besitzen eine diffuse Placenta; streng genommen besitzen sie keine Placenta.

3) Affen, Fledermäusen, Insectenfressern und Nagern.

sehr gefäßreiche Teil der Uteruswand, der mit dem Fruchtkuchen in Verbindung tritt, wird als Mutterkuchen, *Placenta uterina*, bezeichnet. Bei der Geburt werden in einigen Fällen die Zotten einfach aus den Vertiefungen der Uteruswand herausgezogen (Pferd, Wiederkäuer etc.); in anderen Fällen (bei allen mit ringförmigen oder scheibenförmigen Fruchtkuchen) bleibt ein Teil der Schleimhaut des Uterus an den Embryonalhüllen haften und wird mit diesen abgelöst (Decidua), so daß die Schleimhaut des Uterus nach der Geburt sich in großer Ausdehnung regeneriert.

Bei den placentalen Säugetieren tritt die seröse Hülle (vergl. S. 479) in enge Verbindung mit der Allantois, die teilweise mit ihr verwächst; die durch die Verwachsung beider entstandene gefäßreiche Hülle wird als Chorion bezeichnet; von letzterem gehen die oben erwähnten gefäßreichen Zotten aus (Fig. 644). — Bei älteren Säugetierembryonen wird das Amnion stark ausgedehnt und legt sich oft dicht der Allantois an. Es umschließt dann zugleich scheidenförmig die kanalartigen Verbindungsstücke der Allantois und des Dottersackes mit dem eigentlichen Embryo. Diese Teile (vergl. Fig. 644) werden mit der genannten Scheide zusammen als Nabelstrang bezeichnet.

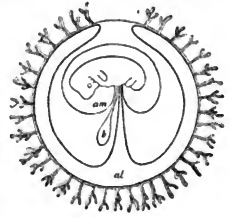


Fig. 644. Die Fruchthüllen eines Säugetieres, Schema. *am* Amnion, *al* Allantois, *b* Dottersack; die äußerste Linie ist die seröse Hülle. Das äußere Blatt der Allantois ist mit der serösen Hülle zu dem mit verästelten Fortsätzen besetzten Chorion verwachsen. — Orig.

Der Kreislauf bei einem älteren Embryo eines placentalen Säugetieres ist in mehrfacher Beziehung von demjenigen des ausgebildeten Tieres sehr abweichend; die Lungen fungieren selbstverständlich noch nicht als Atmungsorgane; den Sauerstoff, dessen der Embryo bedarf, erhält er mit der aufgesogenen Blutflüssigkeit aus dem Muttertiere. Die Hauptzüge des Kreislaufes sind folgende: Das arterielle Blut aus dem Fruchtkuchen mischt sich mit dem venösen Blut aus dem hinteren Teil des Körpers, und dieses gemischte Blut gelangt in den rechten Vorhof, in den auch das venöse Blut aus dem vorderen Teil des Körpers hineinströmt. Ein Teil des Blutes aus dem rechten Vorhof gelangt in die rechte Herzkammer, von hier in die Lungenarterie und aus dieser teils in die Lungen, teils durch den Botallischen Gang in die Aorta. Ein anderer Teil des Blutes des rechten Vorhofs geht durch die Oeffnung der Vorhofscheidewand in den linken Vorhof und aus diesem durch die linke Herzkammer in den Körperarterienstamm. Es findet demnach beim Embryo eine sehr ausgedehnte Mischung arteriellen und venösen Blutes statt.

Die Dauer der Trächtigkeit, d. h. die Zeit, wo der Embryo der placentalen Säugetiere im Uterus verweilt, ist bei verschiedenen Formen sehr verschieden, während die Zeit für jede Art ziemlich bestimmt ist. Als allgemeine Regel gilt, daß große Säugetiere eine lange Tragzeit (bis ein Jahr oder mehr)[1]) haben und auf einmal nur eins oder ganz

1) Der Elephant 23 Monate.

wenige Junge gebären, während kleine Säugetiere eine kurze Tragzeit haben und auf einmal mehrere oder viele Junge zur Welt bringen. Wenn ein Säugetier auf einmal mehrere Junge in seinem Uterus hat, so sind die Eier, von denen sie herstammen, sämtlich gleichzeitig befruchtet worden; sie sind deshalb sämtlich gleichweit in ihrer Entwicklung fortgeschritten und werden unmittelbar nacheinander geboren. Bei einigen placentalen Säugetieren sind die Jungen bei der Geburt sehr hilflos, nackt, mit verschlossenen Augen (verklebten Augenlidrändern), während andere weiter entwickelt sind oder sich sogar gleich selbständig umherbewegen können. Sie werden alle während der ersten Zeit mit der Milch der Mutter ernährt.

Man teilt die Säugetiere in folgende Hauptgruppen ein:

A. Ovipare Säugetiere. Legen große Eier ab, die von einer Schale umgeben sind. Cloake lang. — Hierher gehört nur die Ordnung der Monotremen.

B. Aplacentale Säugetiere. Ei klein, entwickelt sich im Eileiter, der Embryo wird von einer in der Eileiterwand abgesonderten Flüssigkeit ernährt, ist bei der Geburt sehr klein und unvollkommen entwickelt. Cloake rudimentär (nur beim Weibchen vorhanden). — Hierher nur die Ordnung der Beuteltiere.

C. Placentale Säugetiere. Der Embryo, der sich aus einem kleinen Ei entwickelt, tritt durch Zotten der äußeren Embryonalhülle in engere Verbindung mit der Eileiterwand. Cloake fehlt. — Hierher alle übrigen Säugetier-Ordnungen.

1. Ordnung. **Monotremata, Cloakentiere.**

Diese kleine Abteilung weicht in einer Reihe von Charakteren von den übrigen Säugetieren ab und nähert sich darin den Reptilien. Besonders auffallend ist es, daß sie eierlegend sind, daß die Eier verhältnismäßig groß und mit einer lederartigen Schale umgeben sind; ferner besitzen sie eine wohlentwickelte Cloake wie die Reptilien. Von anderen Charakteren, die auf diese hinweisen, heben wir hervor: das Vorhandensein wohlentwickelter Halsrippen, großer Coracoide, eines ganz reptilienähnlichen Episternums; die Gestalt des Schulterblattes; die Form des Steigbügels; den nur schwach spiralig gebogenen Schneckengang; das Vorhandensein von Knorpel in der Sclera des Auges; die schwache Entwicklung des Hirnbalkens; das ganze (oben erwähnte) Verhältnis des Harn- und Geschlechtsapparates. Zitzen fehlen, die Milchdrüsen sehr primitiv. Die Körpertemperatur[1]) ist niedriger als bei anderen Säugetieren.



Fig. 645. Ei von *Echidna* in natürlicher Größe, dem Beutel entnommen.

1) Die Temperatur der Cloakentiere bei 15° C. Lufttemperatur ist durchschnittlich gegen 30° (die der Beuteltiere 36—37°, die anderer Säugetiere durchschnittlich 38—39°). Werden die Cloakentiere einer niederen oder höheren Temperatur ausgesetzt, so sinkt und steigt die Leibestemperatur stärker als bei anderen Säugetieren (das gilt besonders von Echidna, deren Temperatur z. B. bei 5° Lufttemperatur auf 25½° sank). Im Winter liegt Echidna im Winterschlaf und verhält sich dann ganz wie ein Kaltblüter: ihre Leibeswärme ist dann fast dieselbe wie die der Umgebung.

Daß sie trotzdem nicht mit Unrecht den Säugetieren zugerechnet werden, ersieht man daraus, daß sie in den folgenden Charakteren mit den übrigen Säugetieren übereinstimmen und von den Reptilien abweichen: sie sind behaart, mit Talg- und Schweißdrüsen ausgestattet, sie besitzen ein langes, gegliedertes Brustbein, der Unterkiefer ist nicht auf das Quadratbein eingelenkt, sie besitzen drei Gehörknöchelchen, das Mittelhirn ist in vier Lappen geteilt, der Penis ist röhrenförmig, etc.

Die Monotremen besitzen dieselben mit dem Becken verbundenen Beutelknochen wie die Beuteltiere. Die wenigen bekannten Formen sind in erwachsenem Zustande vollständig zahnlos; dagegen können Hornzähne vorhanden sein. Ornithorhynchus besitzt aber in der Jugend echte Zähne mit höckeriger Krone, zwei im Ober-, drei im Unterkiefer, die, wenn das Tier sie einige Zeit gebraucht hat, ausfallen. Aeußeres Ohr klein oder fehlt, der Gehörgang und das Ohr hat dasselbe knorpelige Skelet wie bei anderen Säugetieren. Das Männchen besitzt an der Ferse einen von dem Ausführungsgang einer (Gift?-)Drüse durchbohrten hornigen Sporn.

Von Monotremen sind bis jetzt nur drei lebende Arten bekannt, die im folgenden erwähnt werden. Es sind mittelgroße Tiere, die auf Neuholland, Neuguinea und Tasmanien beschränkt sind. Von fossilen Ueberresten dieser Gruppe ist sehr wenig Sicheres bekannt.

1. Das Schnabeltier (*Ornithorhynchus paradoxus*). Die Schnauzenpartie ist abgeplattet, breit, mit einer nackten Haut bekleidet; hinten im Munde jederseits, oben und unten, ein großer Hornzahn (vorn ein kleinerer, leistenförmiger). Schwanz kräftig, abgeplattet; Füße mit Schwimmhaut; Behaarung weich. Ernährt sich von kleineren Wassertieren (besonders von einem Muscheltier). Die Eier werden (zwei zur Zeit) in einer in die Erde gegrabenen Höhle abgelegt; das aus dem Ei geschlüpfte Junge wird mit der Milch der Mutter ernährt. Oestliches Neuholland und Tasmanien.

2. Der Ameisenigel (*Echidna* [*Tachyglossus*] *aculeata*). Die Schnauzenpartie ist, besonders gegen die Spitze hin, verschmälert und mit einer nackten Haut bekleidet; der Mund klein, die Zunge lang und klebrig; der Körper mit Haaren und Stacheln bedeckt; Schwanz sehr kurz; starke Grabkrallen. Ernährt sich von Ameisen, Termiten u. dergl. Das Ei (es wird zur Zeit nur ein Ei geboren) wird in eine unpaarige, sackförmige Vertiefung der Bauchseite aufgenommen und hier ausgebrütet; die Temperatur des Sackes steigt um mehrere Grad über diejenige des übrigen Körpers. Der Sack, der später als Aufenthaltsort für das Junge dient, bildet sich schließlich zurück; vor dem Austritt eines Eies aus der Cloake bildet er sich jedesmal aufs neue (dieser Brutsack fehlt bei Ornithorhynchus). Lebt in verschiedenen Varietäten auf Neuguinea, Neuholland und Tasmanien. — Nahe verwandt ist *E.* (*Proechidna*) *Bruijnii*, die einen längeren, gebogenen Schnabel und an jedem Fuß (Vorder- wie Hinterfuß) nur 3 Krallen besitzt (während *E. aculeata* mit 5 Krallen an allen Füßen versehen ist). Neuguinea.

2. Ordnung. **Marsupialia, Beuteltiere.**

Eine charakteristische Eigentümlichkeit dieser Gruppe besteht darin, daß die äußere Embryonalhülle nicht mit der Uteruswand in

Verbindung tritt [1]), sondern der Embryo sich lediglich durch Aufsaugen eines Secrets der Uterus-Drüsen ernährt und in einem sehr unreifen und unvollkommenen Zustand geboren wird. Der Hirnbalken ist nur schwach entwickelt, beim Weibchen ist eine, wenn auch nur grubenförmige Cloake vorhanden, und die beiden Eileiter münden getrennt in den Urogenitalkanal. Die Beuteltiere besitzen — ebenso wie die Monotremen, im Gegensatz aber zu den übrigen Säugetieren — Beutelknochen, ein Paar eigentümlicher Knochen, die mit den Schambeinen in Verbindung stehen und sich von diesen in der Bauchwand nach vorn erstrecken. Sie haben mit dem sog. Beutel, der bei den meisten weiblichen Beuteltieren [2]) vorhanden ist, nichts zu tun; letzterer ist eine sackförmige, von einer großen Hautfalte begrenzte, vorn offene Höhlung an der Bauchseite des Tieres, an deren oberer Wand die Zitzen ihren Platz haben und in welche die Jungen sofort nach der Geburt hineingebracht werden um nachher lange Zeit unbeweglich in derselben an je einer Zitze festgesogen zu sitzen.

Die Zähne der Beuteltiere erinnern zwar im ganzen an diejenigen anderer Säugetiere, verhalten sich jedoch in einigen Punkten abweichend. Backenzähne finden sich bis zu 7 in jeder Kieferhälfte (nur eine einzelne Form mit rückgebildeten Zähnen hat eine größere Anzahl); die Anzahl der Vorderzähne steigt aber bis auf 5 oben, 4 unten auf jeder Seite. Von den 7 Backenzähnen hat nur Nr. 3 einen Vorgänger, der überhaupt der einzige Milchzahn ist, der, soweit man weiß, bei diesen Tieren auftritt. Die Form der Zähne, besonders der Backenzähne, variiert, der sehr verschiedenartigen Lebensweise entsprechend, in hohem Grade.

Die Beuteltiere waren ursprünglich, und sind noch jetzt zum großen Teil, baumlebende (arboricole) Tiere, und dementsprechend ist der Hinterfuß der menschlichen Hand ähnlich ausgebildet mit opponierbarer Daumenzehe (krallenlos); bei einer Anzahl Formen, die zum Leben auf der Erde eingerichtet sind, ist die Daumenzehe jedoch rückgebildet oder fehlt. Weiter sind am Hinterfuß die Krallen der Zehen Nr. 2 und 3 typisch als Putzkrallen besonders ausgebildet, die eine Kante derselben stärker hervortretend etc., die zugehörigen Zehen in der Regel weit hinaus verbunden und meistens schwächer als die anderen, manchmal sogar ganz dünn und schwach. Bei einigen der zum Leben auf der Erde ausgebildeten Formen ist die Putzfunktion in Wegfall gekommen und die Zehen Nr. 2 und 3 den Zehen 4 und 5 wieder ähnlich geworden (Dasyuriden).

In den meisten Punkten des Baues stehen die Beuteltiere den placentalen Säugetieren näher als den Monotremen: Zitzen sind vorhanden, das Coracoid ist rückgebildet, ein Episternum fehlt, der Schneckengang ist spiralig gewunden, das Verhältnis des Penis ist wesentlich das gleiche wie bei den placentalen Säugetieren; die Hoden treten in einen Hodensack hinab, die Furchung des sehr kleinen Eies ist total etc.

Die meisten Beuteltiere der Jetztzeit (alle im Folgenden genannten mit Ausnahme der Beutelratten) leben in Neuholland [3]) und auf einem Teil der anliegenden Inseln. Auch in Amerika leben Beutel-

1) Bei den Gattungen *Perameles* und *Dasyurus* ist jedoch eine Placenta vorhanden.

2) Bei einigen Beutelratten fehlt der Beutel.

3) Die unten aufgeführten Formen, bei denen keine besondere Bemerkung gemacht ist, leben in Neuholland (einige außerdem auf Neuguinea, Tasmanien etc.).

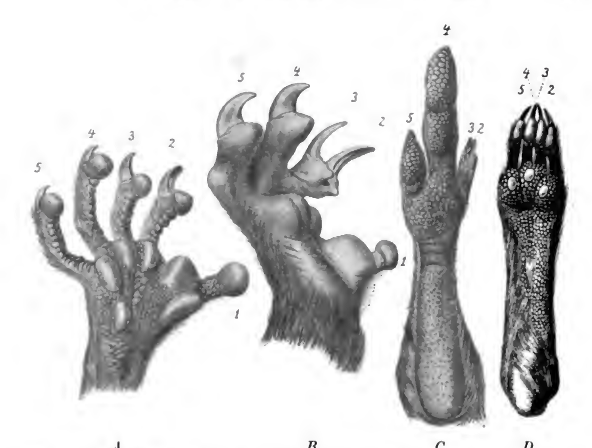


Fig. 646. Rechter Hinterfuß von verschiedenen Beuteltieren. *A* von einer Beutelratte, von unten und etwas von der Seite gesehen; die Zehen etwas auseinander gezogen. Man beachte den Unterschied zwischen den Krallen 2 und 3 und den Krallen 4 und 5. *B* von einem Kletterbeutler; ebenso, etwas mehr von der Seite gesehen. *C* Känguru, von unten. *D* Beutelmarder, ebenso. — Orig.

tiere, während sie in den übrigen Weltteilen fehlen, wo sie dagegen in früheren Perioden vorhanden waren.

Polyprotodontia.
Wenigstens 3 kleine gleichgebildete Schneidezähne jederseits im Unterkiefer. Der Eckzahn größer als die Schneidezähne.

- Beutelratten.
  Putzzehen nur wenig schwächer als die anderen. Daumenzehe vorhanden. $i\ \frac{5}{4}$.
- Beutelmarder.
  Keine Zehen sind als Putzzehen ausgebildet. Daumenzehe rückgebildet oder 0. $i\ \frac{4}{3}$.
- Beuteldachse.
  Putzzehen dünn. Daumenzehe rudimentär oder 0. $i\ \frac{5}{3}$.

Diprotodontia.
Nur 1 großer Schneidezahn in jeder Unterkieferhälfte. Der Eckzahn klein oder fehlt.

- Kletterbeutler.
  Putzzehen dünner als die anderen. Daumenzehe groß.
- Kängurus.
  Putzzehen weit dünner als die anderen. Daumenzehe fehlt fast immer.

1. Die Beutelratten (*Didelphyidae*) sind kletternde Tiere, die sich besonders von Insecten ernähren. Hinterfüße (Fig. 646 *A*) siehe oben. Langer, fast nackter, beschuppter Greifschwanz. Kleinere Tiere, die ausschließlich in Amerika, besonders in Südamerika, leben. — Hierher auch

das einzige wasserbewohnende Beuteltier, *Chironectes*, mit Schwimmhaut zwischen den Hinterzehen, ernährt sich von Wassertieren. Südamerika.

2. Die Beutelmarder (*Dasyuridae*) leben auf der Erde: Raubtiere oder Insectenfresser. Hinterfüße (Fig. 646 *D*) siehe oben. Hierher die eigentlichen Beutelmarder (*Dasyurus*) und der hochbeinige, wolfähnliche Beutelwolf (*Thylacinus*); letzterer ausschließlich in Tasmanien. Ferner der kleine, eichhörnchenartige Ameisenbeutler (*Myrmecobius*), mit $\frac{8}{9}$ kleinen schwachen Backenzähnen und mit langer, glatter, vorstreckbarer Zunge (Ameisenfresser).

3. Die Beuteldachse (*Peramelidae*) leben auf der Erde, Hinterbeine verlängert, Bewegung in Sprungschritten. Hinterfüße siehe oben; sie sind denen der Kängurus ähnlich ausgebildet. Während bei den übrigen Beuteltieren die Vordergliedmaßen je 5 wohlentwickelte Finger besitzen, sind bei einigen Beuteldachsen der 1. und 5. Finger stark rückgebildet und krallenlos, bei anderen (*Choeropus*) fehlen sie sogar, und Nr. 4 ist außerdem noch rudimentär geworden.

4. Die Kletterbeutler (*Phalangeridae*) sind kletternde Tiere, die hauptsächlich Pflanzenfresser sind. Hintergliedmaßen wenig länger als die Vordergliedmaßen. Hinterfüße (Fig. 646 *B*) siehe oben. Hierzu gehören: Die Kusu's (*Phalangista*) mit langem Greifschwanz; die Flugbeutler (*Petaurus*) mit einer zwischen Vorder- und Hintergliedmaßen ausgespannten großen Hautfalte; der Koala oder australische Bär (*Phascolarctos*), ein plumpes, schwanzloses Geschöpf, bei dem die Finger ähnlich wie bei den Chamäleonen in zwei Bündel geteilt sind (Nr. 1—2 können Nr. 3—5 entgegengestellt werden). — Abweichend sind die plumpen, grabenden, recht großen Wombats (*Phascolomys*), bei denen Nr. 2 und 3 an den Hinterfüßen den Zehen 4 und 5 fast gleich geworden sind; Daumen rückgebildet. Nagerähnliche Vorderzähne.

5. Bei den Känguru's (*Macropodidae*) sind die Hintergliedmaßen starke, verlängerte Sprungbeine mit stark entwickelter Zehe Nr. 4 (und 5) (Hinterfüße, Fig. 646 *C*, vergl. oben). Vordergliedmaßen klein. Schwanz sehr kräftig, als Stütze beim Sitzen benutzt. Leben überwiegend auf der Erde, Pflanzenfresser.

Anmerkung. Zu den Beuteltieren gehört auch das australische Säugetier *Notoryctes typhlops*, das eine ähnliche Lebensweise wie der Maulwurf führt. Am Vorderfuß tragen der 3. und 4. Finger mächtige, zusammengedrückte Grabkrallen (die übrigen Krallen sind kleiner); oben auf der Schnauze ist eine feste Hornplatte entwickelt (der Kopf wird beim Graben verwendet); die Augen sind rudimentär, äußere Ohren fehlen. An den Hinterfüßen sind an allen fünf Zehen Krallen entwickelt, während bei anderen Beuteltieren die erste Zehe, wenn vorhanden, stets krallenlos ist.

3. Ordnung. **Insectivora, Insectenfresser.**

Die Insectivoren sind kleine, kurzbeinige placentale Säugetiere, deren Schnauze mehr oder weniger rüsselartig verlängert ist und die mit mehrspitzigen hinteren Backenzähnen versehen sind (die vorderen Backenzähne sind meistens klein und einspitzig). Sie treten in der Regel mit dem ganzen Fuß auf (Sohlengänger); der Fuß (Vorder- wie Hinterfuß) ist gewöhnlich mit 5 gleichgebildeten Zehen ausgestattet.

Die Insectivoren ernähren sich hauptsächlich von Insecten, Würmern u. dergl., seltener auch von Pflanzenstoffen. Sie fehlen gänzlich in Australien und Südamerika.

1. Die Igel (*Erinaceus*). Rückenseite mit Stacheln (sehr dicken, steifen Haaren), Unterseite mit gewöhnlichen, feineren oder gröberen Haaren; Füße einfach; Schwanz kurz. Können sich zu einer Kugel zusammenrollen, indem Kopf, Gliedmaßen und Schwanz gegen die Bauchseite gebogen werden und die stachelige Rückenhaut mittels der großen Hautmuskeln über sie hinabgezogen wird. Die Spitzen der Backenzähne weniger spitz als bei anderen Insectivoren. Fast durch ganz Europa verbreitet ist der gemeine Igel (*E. europaeus*), der sowohl von tierischer als von pflanzlicher Nahrung lebt; hält Winterschlaf.

2. Die Maulwürfe (*Talpa*). Die Vordergliedmaßen sind zu sehr kräftigen Grabwerkzeugen entwickelt; die Hand ist breit, mit langen, starken, fast geraden Krallen versehen und derartig gedreht, daß der (durch einen eigentümlichen sichelförmigen Knochen gestützte) innere Rand nach unten, die Handfläche nach außen gekehrt ist. Das Schlüsselbein außerordentlich kurz und kräftig, der vordere Teil des Brustbeins mit einem Kamm. Augen rudimentär, äußere Ohren fehlen, Schwanz kurz,



Fig. 647. Maulwurf, dessen Haare entfernt sind. *a* Auge, *b* Gehöröffnung, *c* Ellenbogen. — Orig.

Behaarung weich. Zahnformel vollständig: $\frac{3\,1\,4\,3}{3\,1\,4\,3}$; Eckzahn des Unterkiefers ähnlich den Schneidezähnen, welche klein und einfach sind (Fig. 633). Leben ausschließlich von tierischer Nahrung, besonders Regenwürmern. In Deutschland der gemeine Maulwurf (*T. europaea*). — Eine andere Gruppe grabender Insectivoren bilden die Goldmaulwürfe (*Chrysochloris*). Es sind dies blinde, grabende Tiere mit samtweichem Pelz, bei denen die Kralle und das Krallenglied des zweiten und besonders des dritten Fingers ungemein kräftig entwickelt, der 1. und 4. Finger klein sind (der 5. Finger fehlt); die Hand ist nicht gedreht. Süd-Afrika.

3. Die Spitzmäuse (*Soricidae*) sind kleine Insectivoren mit langem Schwanz, spitzem Rüssel, einfach gebauten Füßen und weicher Behaarung. Von Schneidezähnen findet sich in jeder Unterkieferhälfte nur einer, der sehr groß und nach vorn gerichtet ist; dieselbe Ausbildung zeigt auch der vorderste obere Schneidezahn. Die Zahnspitzen sind bei manchen rotbraun. Die Spitzmäuse, die sich von Insecten und Würmern ernähren, sind in Deutschland durch mehrere Arten vertreten.

4. Von ausländischen Insectivoren führen wir außer den Goldmaulwürfen noch folgende an: Die Bisamrüßler (*Myogale*) sind Wassertiere, die Zehen durch eine Schwimmhaut verbunden; Rüssel lang; Schwanz lang, beschuppt, mit Moschusdrüsen; eine größere Art, der Desman (*M. moschata*), mit zusammengedrücktem Schwanz, in Süd-Rußland; eine andere, kleinere Art (*M. pyrenaica*) mit rundem Schwanz

in den Pyrenäen. — Die **Rohrrüßler** (*Macroscelides*) sind springende Tiere mit verlängertem Mittelfuß, langem Rüssel, großen Ohren; Afrika. — Die **Spitzhörnchen** (*Cladobates*) mit kräftigem Schwanz, der mit langen, nach beiden Seiten gerichteten Haaren versehen ist; eichhörnchenartige Tiere, welche auf Bäumen leben; Afrika. — Eine in manchen Beziehungen abweichende Form ist der **Kaguang** (*Galeopithecus volans*), der eine große, behaarte, zwischen Vordergliedmaßen, Rumpf und Hintergliedmaßen ausgespannte Haufalte besitzt (Fallschirm); die Vorderzähne des Unterkiefers mit kammartig zerschlitzter Krone. Das Tier, das etwa die Größe einer Katze hat, ernährt sich von Pflanzen und lebt auf den Sundainseln, den Molukken und Philippinen.

Anmerkung. An dieser Stelle erwähnen wir die Gattung **Hyrax** (Klippschliefer, Daman), die in früherer Zeit meistens den Huftieren zugerechnet wurde, uns aber eher mit den Insectivoren verwandt erscheint; ihre systematische Stellung ist übrigens noch eine sehr zweifelhafte. Die wenigen Arten der Gattung sind kleinere, nagerähnliche, weichbehaarte Tiere mit spitzer Schnauze, ganz kurzem Schwanz, ziemlich hohen Beinen; Sohlengänger. Am Vorderfuße sind 4 wohlentwickelte Finger vorhanden (der Daumen ist rudimentär), der Hinterfuß ist nur dreizehig. Anstatt Krallen ganz kurze platte Nägel ohne Krallensohle; nur die mediale Kralle am Hinterfuß abweichend: ein wenig länger, etwas gekrümmt, sehr schief, mit scharfem schrägem innerem Rand (die Krallenplatte wird an seiner Konkavfläche durch einen blattartigen Längskamm abgesteift): Putzwerkzeug. $\frac{1}{2}$ *i*, $\frac{0}{0}$ *c*, $\frac{4}{4}$ *p*, $\frac{3}{3}$ *m*; die Kaufläche der Backenzähne ist derjenigen der Nashörner sehr ähnlich; der innere Schneidezahn groß, so daß die Bezahnung etwas nagerähnlich wird. Pflanzenfresser; Afrika, West-Asien.

4. Ordnung. **Chiroptera, Fledermäuse.**

Die Vordergliedmaßen sind **Flügel**: der 2.—5. Mittelhandknochen und die entsprechenden Finger sind sehr verlängert, und zwischen denselben ist eine **Flughaut** ausgespannt, eine dünne, nackte [1]) Hautfalte, die sich auch vom 5. Finger längs des Ober- und Unterarmes an den Rumpf und die Hintergliedmaßen erstreckt; vorn im Winkel zwischen Ober- und Unterarm ist ebenfalls eine Hautfalte ausgespannt, und eine solche ist ferner häufig zwischen Hintergliedmaßen und Schwanz vorhanden. Die Hinterfüße und der kurze Daumen der Vordergliedmaßen sind frei. Von den Fingern sind Nr. 3—5 immer krallenlos; bei den Klein-Fledermäusen fehlt auch die Kralle des 2. Fingers; dagegen besitzen der Daumen und die 5 Zehen der Hinterfüße gebogene Krallen. An den krallenlosen Fingern fehlt das äußerste Fingerglied. Außer der Mittelhand und den Fingern sind auch Ober- und Unterarm, wenn auch in verhältnismäßig geringerem Grade, verlängert. Die Hinterbeine sind dünn und schwach und derartig gedreht, daß das Knie und die Fußspitze nach **hinten** (resp. nach außen und hinten) gerichtet sind; von der Ferse entspringt oft ein langer, dünner Knochen oder Knorpel, der **Sporn**, der im Rande der zwischen den Hintergliedmaßen ausgespannten Haut liegt. Die

1) Absolut nackt ist die Flughaut jedoch nicht, denn es finden sich auf derselben, auch wenn sie scheinbar haarlos ist, zerstreute sehr feine Haare; bei *Pteropus* ist die Behaarung sogar stellenweise ziemlich stark.

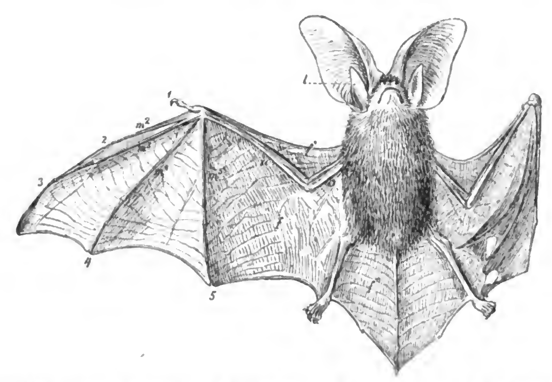


Fig. 648. *Plecotus auritus* von der Unterseite. *f* Flughaut, *f'* Hautfalte im Winkel zwischen Ober- und Unterarm, *f''* Hautfalte zwischen Hintergliedmaßen und Schwanz, *l* Ohrdeckel, m^{2}—^{5} zweites bis fünftes Metacarpale, *o* Ober-, *u* Unterarm, *1* Daumen, *2* zweiter Finger, *3–5* die übrigen Finger. — Orig.

Flughaut kann regenschirmartig zusammengefaltet und dem Rumpf angelegt werden. Das Schlüsselbein ist lang und kräftig, der vordere Teil des Brustbeins mit einem Längskamm versehen. — Die Zitzen, 1—2 Paare, sind brustständig[1]).

Auffällig sind die bei manchen Fledermäusen vorhandenen eigentümlich geformten Auswüchse und Faltengebilde an der Schnauze und an den Lippen etc. und die merkwürdige Ausgestaltung und oft enorme Größe der Ohren; die „Physiognomie“ des Tieres wird dadurch häufig höchst sonderbar. Einzelne Formen haben einen großen Saugnapf (etwas Aehnliches wie bei einem Octopus) an den Vordergliedmaßen am Grunde des Daumens und am Hinterfuß — etwas Einziges unter den Säugetieren.

Die Fledermäuse sind Abend- und Nachttiere. Sie bewegen sich nur gut im Fluge, kriechen dagegen schwerfällig mittels der Hintergliedmaßen und des Vorderdaumens. Wenn sie ruhen, sind sie an den Hinterfüßen aufgehängt, mit dem Kopf nach unten.

1. Die Groß-Fledermäuse (*Megachiroptera: Pteropus*, fliegender Hund, u. a.) besitzen sowohl am 1. wie am 2. Finger eine Kralle. Kopf länglich, Backenzähne mit zwei Längskämmen. Aeußeres Ohr einfach. Ernähren sich besonders von Früchten. Größere Formen, welche die wärmeren Gegenden der alten Welt und Australien bewohnen.

2. Die Klein-Fledermäuse (*Microchiroptera*). Keine Kralle am 2. Finger. Kopf kurz, Backenzähne mit mehreren Spitzen (ähnlich denen der Insectenfresser). Aeußeres Ohr mit einem Lappen (Ohrdeckel), welcher

1) Manche einheimische Fledermäuse zeigen das merkwürdige Verhalten, daß die Begattung im Herbst, die Befruchtung der Eier aber erst im folgenden Frühling stattfindet; der Same wird während des Winterschlafes im Uterus des Weibchens aufbewahrt.

den Eingang in den äußeren Gehörgang mehr oder weniger überdeckt. Sie ernähren sich besonders von Insecten, die sie im Fluge fangen. Einzelne in Südamerika lebende Formen (Vampire, *Desmodus*) saugen das Blut lebendiger Säugetiere. Sehr artenreiche, über die ganze Erde verbreitete, besonders in den Tropen reich vertretene Abteilung; meistens kleine Formen. In Deutschland lebt eine ziemlich große Anzahl verschiedener Formen: *Vespertilio, Vesperugo,* kurzohrige Formen; *Plecotus auritus* (langohrige Fledermaus) mit kolossal verlängerten Ohren; *Rhinolophus* (Hufeisennasen) mit kompliziertem Nasenaufsatz. Sie verfallen in einen Winterschlaf, den sie in hohlen Bäumen etc. hängend durchmachen.

5. Ordnung. **Ungulata, Huftiere.**

Die Gliedmaßen sind verlängert, speziell zum Gang oder Lauf entwickelt, der Rumpf hoch über die Erde erhoben. Der Mittelfuß (die Mittelhand) ist gewöhnlich von beträchtlicher Länge; die Zehen (Finger) sind mehr oder weniger vollständig in eine gemeinsame Haut eingeschlossen (das Endglied jedoch ausgenommen); in der Regel tritt das Tier nur mit dem äußersten Zehenglied, besonders mit dem dasselbe umgebenden Huf oder der Klaue (S. 630—31) auf, der übrige Fuß berührt den Boden nicht, sondern trägt zur Verlängerung der Gliedmaße bei. Der Daumen und der entsprechende Mittelhand(fuß)knochen fehlt bei allen jetztlebenden Huftieren an allen vier Gliedmaßen. Schlüsselbeine fehlen ebenfalls stets. Pflanzenfressende Tiere, gewöhnlich von ansehnlicher Größe, mit gefalteten oder höckerigen Backenzähnen und in der Regel mit einem Blinddarm von beträchtlicher Größe.

1. Unterordnung. **Perissodactyla, Unpaarzeher.**

Die Zehe (der Finger) Nr. 3 ist (an allen vier Gliedmaßen) fast symmetrisch, kräftiger als die übrigen, die Mittelebene des Fußes geht durch die Mitte derselben. Nr. 5 fehlt gewöhnlich. Femur mit einem Fortsatz am Außenrande, der bei den Paarzehern fehlt (*Trochanter tertius*). Das Sprungbein (*Astragalus*) am unteren Ende mit einer großen, platten Gelenkfläche für das Centrale und einer kleinen für das Tarsale 4 + 5. Die Unterkieferäste miteinander verschmolzen. Die Backenzähne sind gefaltet, mit Ausnahme von p^1 von ungefähr gleicher Größe. Magen einfach, Blinddarm kolossal entwickelt. Placenta diffus [1]).

1. Die Tapire (*Tapirus*). Vorderfuß mit vier Zehen (Nr. 2, 3, 4, 5), Hinterfuß mit drei (Nr. 2, 3, 4); Nr. 3 ist nicht viel stärker als 2 und 4. Zehengänger. $\frac{3}{3}\,i,\ \frac{1}{1}\,c,\ \frac{4}{3}\,p,\ \frac{3}{3}\,m$; die Backenzähne mit je zwei Querkämmen. Die Schnauze ist in einen kurzen Rüssel verlängert; die Haut ist wohlbehaart. Eine Art in Ostindien, andere in Südamerika.

2. Die Nashörner (*Rhinoceros*). Vorder- wie Hinterfuß symmetrisch, dreizehig, Mittelzehe (Nr. 3) etwas stärker als die beiden anderen (Nr. 2 und 4). Zehengänger. $\frac{2-0}{2-0}\,i,\ \frac{0}{0}\,c,\ \frac{4}{4}\,p,\ \frac{3}{3}\,m$; Schneidezähne mehr oder weniger rückgebildet, keine Eckzähne, starke, gefaltete Backenzähne. Vorn an der Oberseite des Kopfes in der Mittellinie ein oder zwei aus

1) Gallenblase fehlt. Zwei Zitzen, die zwischen den Hinterbeinen liegen. Wenigstens 22 Brust-Lendenwirbel.

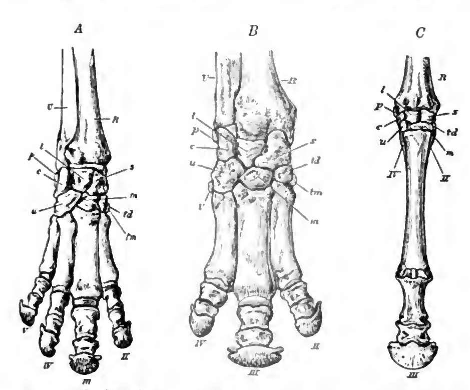


Fig. 649. Hand (Vorderfuß) von: *A* Tapir, *B* Nashorn, *C* Pferd. *R* Radius, *U* Ulna; *s*, *l*, *c* die erste Reihe der Handwurzelknochen (Naviculare, Lunatum, Triquetrum); *p* Erbsenbein; *tm*, *td*, *m*, *u* die zweite Reihe der Handwurzelknochen (Multangulum majus, M. minus, Capitatum, Hamatum); *II*—*V* zweiter bis fünfter Finger (in *B* ist *V* der rudimentäre fünfte Mittelhandknochen, in *C* bezeichnet *II* und *IV* den zweiten und vierten Mittelhandknochen). — Nach Flower.

Hornmasse bestehende Hörner (vergl. S. 631). Die Haut ist dick, unbiegsam, sehr spärlich behaart; die Oberlippe sehr beweglich. Ausschließlich in den wärmeren Teilen von Afrika und Asien. In Afrika leben zwei Arten mit glatter Haut und mit zwei Hörnern (*Rh. bicornis* und *simus*), in Asien sowohl eine zweihörnige Art als auch einhörnige Arten mit großen tiefen Hautfalten (*Rh. unicornis* etc.). — Das wollhaarige Nashorn (*Rh. tichorinus*), mit verknöcherter Nasenscheidewand, zwei Hörnern, reichlicher Behaarung, lebte während der quaternären Formation in Mittel-Europa und Sibirien mit dem Mammut zusammen.

3. Die Pferdefamilie (*Equidae*) ist ausgezeichnet durch die überwiegende Entwicklung der Mittelzehe (Nr. 3) im Vergleich mit den Seitenzehen und durch die bedeutende Länge des Mittelfußes. Vorder- und Hinterfuß gleichartig gebildet. Sie treten nur mit dem distalen Ende der Zehen auf. Vollständige Zahnformel: $\frac{3}{3}$ *i*, $\frac{1}{1}$ *c*, $\frac{4}{4}$ *p*, $\frac{3}{3}$ *m*.

a) Die jetzt lebenden Pferde gehören alle der Gattung *Equus* an. Bei ihnen fehlen die 2. und 4. Zehe ganz, so daß alle vier Füße nur einzehig sind; die Zehe Nr. 3 ist ebenso wie der entsprechende Mittelfußknochen außerordentlich kräftig entwickelt. 2. und 4. Mittelfußknochen sind als dünne, längliche Knochen (Griffelbeine) an den Seiten des großen Mittelfußknochens vorhanden. Die Tiere treten nur mit dem das äußerste Zehenglied umgebenden Huf auf, der hinten den Zehenballen umschließt (vergl. S. 630—31, Fig. 614 *D*). Die Schneidezähne besitzen eine große, mit Cement teilweise erfüllte Vertiefung (die Bohne); die Eckzähne beim ♂ wohlentwickelt, beim ♀ rudimentär; p^1 ist sowohl im Ober- als im Unterkiefer angelegt, kommt aber in der Regel nur im Oberkiefer zur Ausbildung, ist auch dort rudimentär und fällt meistens

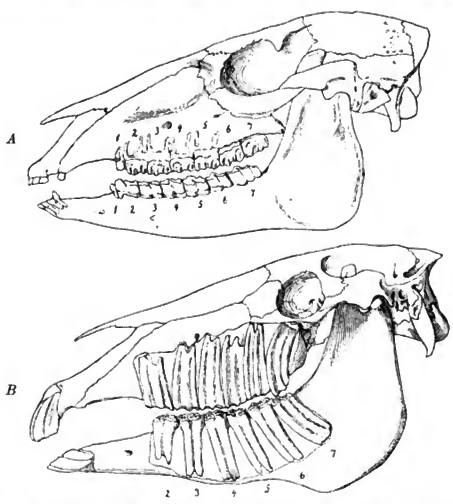


Fig. 650. *A* Schädel von *Mesohippus* (nach Scott); die Wurzeln der Backenzähne treten an einigen Stellen hervor; Kronen kurz. *B* Schädel von *Equus* (Orig.), aufgemeiselt, so daß man die Zähne in ihrer ganzen Länge sieht; Kronen lang. Gesichtspartie viel größer als bei Mesohippus. — *1—4* Prämolare, *5—7* Molare.

früh aus (Wolfszahn); die übrigen Backenzähne sind in beiden Kiefern ungefähr von gleicher Größe (im Oberkiefer breiter als im Unterkiefer), besitzen eine sehr lange Krone und kurze Wurzeln, die Kronen sind mit tiefen Falten und Vertiefungen ausgestattet, die mit Cement erfüllt sind, das als eine dicke Schicht die Krone umgibt; am Zahn entsteht sehr bald, nachdem er in Gebrauch getreten ist, eine Kaufläche mit Schmelzstreifen. Im Gegensatz zum Verhalten der Tapire und Nashörner ist der untere Teil der Ulna und Fibula sehr schwach, teilweise sogar durch ein Band vertreten. Hierzu gehören: Die Zebras (*E. zebra, quagga, Grévyi* u. a.), mit dunklen Querstreifen, kleinem Huf, Kuhschwanz, in Süd-Afrika. Der Esel (*E. asinus*) mit einem schwarzen Streifen längs der Rückenmitte und einem ähnlichen quer über den Schultern, kleinem Huf, Kuhschwanz, wild in Nord-Afrika; ein paar verwandte Formen (*E. hemionus*, Dschiggetai, und *E. onager*, Kulan) in Asien. Das Pferd (*E. caballus*) ist in der Regel größer als die vorigen, mit größeren Hufen, Schwanz vom Grunde an mit langen Haaren; „Kastanien" (nackte, hornige Hautstellen) an den Vorder- wie an den Hinterbeinen (bei den übrigen nur an den Vorderbeinen); Heimat nicht sicher festgestellt [1]).

1) In der Mongolei lebt ein kleines Wildpferd, *Equus Przevalskii*, daß dem E. caballus sehr nahe steht und möglicherweise einer seiner Ahnen ist (erzeugt mit caballus fruchtbare Bastarde).

b) Von den ausgestorbenen Pferden gehören einige aus der quaternären und pliocänen Formation ebenfalls zu *Equus*, der damals nicht allein in der alten Welt, sondern auch in Nord- und Südamerika vertreten war. — Andere pliocäne Pferde gehören zur Gattung *Hipparion*, die in den meisten Charakteren mit Equus übereinstimmt, aber dadurch

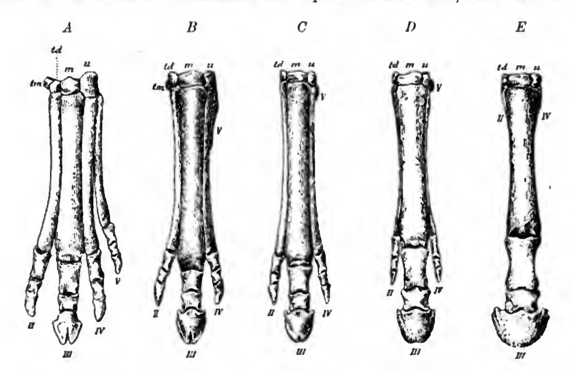


Fig. 651. Vorderfüße. *II, III, IV, V* zweite bis fünfte Zehe (*V* in *B–D* fünftes Metacarpale, *II* und *IV* in *E* zweites und viertes Metacarpale). *tm* Multangulum majus, *td* M. minus, *m* Capitatum, *u* Hamatum. — Nach Cope, Marsh, Scott und Gaudry.

abweicht, daß die Zehen Nr. 2 und 4 an allen vier Gliedmaßen vorhanden sind, wenn auch nur als schwach entwickelte „Nebenzehen", die während des Ganges die Erde nicht berührten[1]); wesentlich kleiner als Equus. In der pliocänen und in der jüngeren miocänen Formation. — Bedeutend mehr von Equus abweichend ist die Gattung *Anchitherium* (*Miohippus*) aus der Miocänzeit, mit den gleichen Zehen wie Hipparion, von denen aber Nr. 2 und 4 beträchtlich stärker, Nr. 3 schwächer als bei diesem sind; die Kronen der Backenzähne weit kürzer als bei Equus, die Faltenbildung an denselben mehr derjenigen bei den Nashörnern ähnlich, das Cement nur wenig entwickelt; die Wolfszähne (p^1) stärker und auch im Unterkiefer vorhanden; die Vorderzähne ohne Bohne; Ulna und Fibula besser als bei Equus entwickelt; Augenhöhle hinten offen (vergl. Fig. 650) etc. Nahe an Anchitherium schließt sich wieder *Mesohippus* (Fig. 650) an, aus dem ältesten Miocän und aus dem Oligocän, mit stärkeren Zehen 2 und 4 und großem Metacarpale 5; etwa von der Größe eines Schafes. — Mesohippus steht schon nahe der eocänen Gattung *Pachynolophus* mit vierzehigem Vorderfuß und dreizehigem Hinterfuß, ähnlich wie beim Tapir.

1) Ein ganz rudimentäres Metacarpale 5 ist vorhanden (Fig. 651 *D*); dasselbe kann auch beim Pferd entwickelt sein.

2. Unterordnung. **Artiodactyla, Paarzeher.**

Die Zehen Nr. 3 und 4 (sowohl am Vorder- als am Hinterfuß) sind jede für sich asymmetrisch, aber einander spiegelbildlich gleich: die Mittelebene des Fußes geht zwischen diesen beiden Zehen durch (Fig. 652). Nr. 2 und 5 sind kleiner, berühren in der Regel die Erde während des Ganges nicht und sitzen etwas hinter den anderen; oft sind sie sogar rudimentär oder fehlen. Dem Femur fehlt der Fortsatz am äußeren Rand (*Trochanter tertius*). Beide Gelenkflächen am unteren Ende des Sprungbeins (*Astragalus*), für Centrale resp. Tarsale 4 + 5, sind ungefähr von gleicher Größe und beide in der Richtung von vorn nach hinten stark gewölbt. Der Magen ist mehr oder weniger kompliziert, Blinddarm kleiner als bei den Unpaarzehern. Backenzähne gefaltet oder höckerig, die Prämolaren schmäler als die Molaren [1]).

Außer den im folgenden erwähnten größtenteils jetztlebenden Formen gibt es eine Menge ausgestorbener (tertiärer) Artiodactylen, von denen manche von den jetztlebenden recht abweichend sind; einige davon schließen sich am nächsten der Schweine-Gruppe, andere den Wiederkäuern an, andere sind wieder in gewissen Beziehungen der einen, in anderen der anderen Abteilung ähnlich.

1. Gruppe. **Non-Ruminantia, Schweine-Gruppe.**

Schneidezähne des Zwischenkiefers wohlentwickelt. Mittelfuß(hand)-knochen Nr. 3 und 4 fast immer getrennt, Zehen Nr. 2 und 5 und die

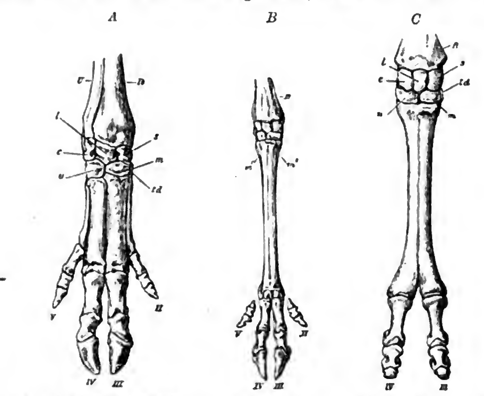


Fig. 652. Hand (Vorderfuß) von: *A* Schwein, *B* Edelhirsch, *C* Kamel. *R* Radius, *U* Ulna; *s* Naviculare, *l* Lunatum, *c* Triquetrum; *td* Multangulum minus, *m* Capitatum, *u* Hamatum; m^2 und m^5 zweiter und fünfter (rudimentärer) Mittelhandknochen; *II—V* zweiter bis fünfter Finger. — Nach Flower.

1) Gallenblase in der Regel vorhanden. Die Anzahl der Brust-Lendenwirbel kleiner als 22 (selten größer als 19).

entsprechenden Mittelfußknochen in der Regel verhältnismäßig wohlentwickelt. Ulna und Fibula kräftig ausgebildet. Unterkieferäste verschmolzen. Magen weniger kompliziert als bei den Wiederkäuern, bei einigen Formen der Gruppe (z. B. dem gewöhnlichen Schwein) ziemlich einfach, bei anderen (z. B. Flußpferd) mit bestimmterer Andeutung einer Sonderung in mehrere Abschnitte; es findet kein Wiederkauen statt. Zitzen oft längs der ganzen Bauchseite. Placenta diffus.

1. Die Schweinefamilie (*Suidae*). Die Gliedmaßen schlank, die Zehen 2 und 5 bedeutend kürzer als 3 und 4, sitzen etwas hinter diesen und berühren gewöhnlich die Erde während des Ganges nicht. Zehenballen klein, weich. Backenzähne höckerig. Ein kurzer Rüssel vorhanden. Haut mit Haaren bekleidet.

a) Die Schweinegattung (*Sus*) ist in verschiedenen Arten über die alte Welt verbreitet. $\frac{3}{3}$ *i*, $\frac{1}{1}$ *c*, $\frac{4}{4}$ *p*, $\frac{3}{3}$ *m*; der Eckzahn des Oberkiefers nach außen und oben gedreht, der entsprechende des Unterkiefers stark gebogen (die des Männchens sind wurzellos, stärker als die des Weibchens); die Prämolaren sind zusammengedrückt, die Molaren mit breiter höckeriger Kaufläche. Hierzu gehört das europäische Wildschwein (*Sus scrofa*), von dem die alte Rasse des nordeuropäischen Hausschweines abstammt; die meisten jetzigen deutschen Hausschweine sind Bastarde des letzteren und des indochinesischen Hausschweines, das von einer oder mehreren Arten asiatischer Wildschweine abstammt und in mehrfacher Beziehung (auch im Skelet) von der alten Rasse (und vom europäischen Wildschwein) abweicht.

b) Von anderen Schweineformen führen wir folgende an: Die Nabelschweine oder Pekaris (*Dicotyles*) sind kleinere Schweine mit einer großen Hautdrüse am Rücken [1]) (daher der Name „Nabelschwein"); die Zehe Nr. 5 an den Hintergliedmaßen fehlt; der Eckzahn im Oberkiefer nach unten gerichtet, keiner der Eckzähne von hervorragender Größe; Südamerika. Beim Hirscheber (*Porcus babyrussa*) sind die Eckzähne des Oberkiefers nach oben gerichtet und stark gebogen; beim ♂ sind sie enorm verlängert; Celebes. Das Warzenschwein (*Phacochoerus*) zeichnet sich besonders durch die außerordentliche Entwicklung des letzten Molars aus (dieser Zahn ist auch bei Sus der größte unter den Backenzähnen); bei sehr alten Tieren ist er der einzige übrig bleibende Backenzahn; Eckzähne ungefähr wie bei Sus; Afrika.

2. Die Flußpferdfamilie (*Hippopotamidae*) sind Tiere von stattlicher Größe mit plumpen Gliedmaßen; die Klauen klein, die Tiere treten mit allen vier Zehen auf. Backenzähne höckerig-gefaltet. Vorder- und Eckzähne sehr kräftig. Kopf sehr groß, ohne Rüssel, mit sehr breiter Schnauzenpartie. Behaarung sehr spärlich. Nur ein paar jetztlebende Arten; die bekannteste ist das Fluß- oder Nilpferd (*Hippopotamus amphibius*), das über einen großen Teil von Afrika verbreitet ist; eine andere, kleinere Art (*Choeropsis liberiensis*) lebt in West-Afrika.

2. Gruppe. **Ruminantia, Wiederkäuer.**

Schneidezähne fehlen bei den jetzlebenden Wiederkäuern im Zwischenkiefer (oder es ist nur i^3 entwickelt); Eckzahn des Unter-

1) Eine sackförmige haarlose Einsenkung mit enger äußerer Oeffnung; um die Wand derselben herum zahlreiche große Talgdrüsen und besonders Schweißdrüsen, welch letztere hier fettabsondernd sind.

kiefers gewöhnlich (nicht bei den Kamelen) in der Form einem Schneidezahn ähnlich, so daß anscheinend 4 Schneidezähne in jeder Unterkieferhälfte vorhanden sind. Die Molaren, zum Teil auch die Prämolaren, mit je 4 gebogenen Längskämmen, zwei äußeren und zwei inneren. An allen 4 Gliedmaßen sind die Mittelfußknochen Nr. 3 und 4 fast immer zu einem einzigen langen Knochen verschmolzen, während Nr. 2 und 5 unvollständig sind oder fehlen[1]) (nur bei den Traguliden sind sie vollständig). Die Zehen Nr. 2 und 5 sind **klein** oder **fehlen**. Ueber die Bildung der Klauen vergl. S. 631 und Fig. 614 *E*. Ulna und Fibula schwach entwickelt; das untere Ende der letzteren ist vom übrigen abgetrennt und einem Fußwurzelknochen ähnlich. Unterkieferäste nur bei der Kamelfamilie verwachsen, sonst getrennt. Der **Magen** ist in mehrere Abteilungen gesondert, und das Futter wird, nachdem es eine Zeitlang im Magen gewesen ist, wieder aufgebrochen und aufs neue gekaut. In der Regel sind viele kleine Fruchtkuchen (Cotyledonen) vorhanden; die Kamele besitzen jedoch eine diffuse Placenta wie die Schweine und die Unpaarzeher. Zitzen zwischen den Hinterbeinen.

Bei der Mehrzahl der Wiederkäuer (Hohlhörnern, Hirschen, Giraffen) zerfällt der **Magen in drei** scharf gesonderte Abteilungen (Fig. 653 *B*). In die **erste** Abteilung, die wir als **Vordermagen** bezeichnen, mündet die Speiseröhre, von deren Oeffnung eine Rinne, die **Schlundrinne** an der vorderen Seite des Vordermagens nach seiner Einmündung in die zweite Hauptabteilung des Magens (den Blättermagen) verläuft. Der Vordermagen, der eine bedeutende Größe erreicht, ist mit mehreren Ein-

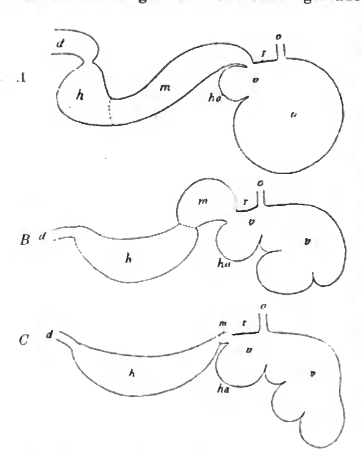


Fig. 653. Schematische Längsschnitte des **Magens**: *A* eines **Kamels**, *B* eines **gewöhnlichen Wiederkäuers**, *C* eines **Traguliden**. *d* Dünndarm, *h* Hintermagen, *ha* Haube (*ha'* Abschnitt des Vordermagens beim Kamel, welcher fälschlich mit der Haube der übrigen verglichen wird), *m* Mittelmagen, *o* Speiseröhre, *r* Schlundrinne, *v* Vordermagen. — Orig.

buchtungen versehen, von denen eine besonders stark ist und den Vordermagen in zwei unvollständig gesonderte Unterabteilungen teilt, den großen **Pansen** (*Rumen*) und die kleine **Haube** (*Reticulum*); letztere ist innerlich mit hervortretenden, netzförmig verbundenen Falten versehen, erstere dagegen

1) Die oberen Enden von Nr. 2 und 5 sind, wenigstens am Hinterfuße, resp. mit Nr. 3 und 4 verschmolzen, die übrigen Uebrrreste derselben, wenn vorhanden, dagegen selbständige Knochenstückchen.

mit Papillen. Die zweite Hauptabteilung des Magens, der Mittelmagen, oder Blättermagen (*Psalterium* oder *Omasus*), ist innerlich mit zahlreichen großen, blattförmigen Längsfalten ausgestattet, die einander dicht anliegen und den größten Teil seiner Höhlung ausfüllen. Der letzte Abschnitt, der Hintermagen oder Labmagen (*Abomasus*), ist ungefähr röhrenförmig. Vorder- und Mittelmagen sind mit einem mehrschichtigen Plattenepithel von derselben Beschaffenheit wie das der Speiseröhre und der Mundhöhle (= der Epidermis) bekleidet und drüsenlos; dagegen ist der Hintermagen mit einem Cylinderepithel bekleidet und mit Drüsen versehen. Das abgebissene Futter wird, ohne viel gekaut zu sein, in der Mundhöhle zu größeren Ballen geformt, passiert die Speiseröhre, die sich während des Durchganges ausdehnt, und wird in den Vordermagen gepreßt; hier unterliegt es einer Art Gärung oder Maceration und wird dann in kleineren Portionen wieder in die Mundhöhle aufgebrochen, wo es fein zerkaut wird, und mit Speichel gemischt geht es dann zum zweiten Mal, in dickflüssigem Zustande, durch die Speiseröhre, läuft aber jetzt durch die Schlundrinne, die ungefähr senkrecht im Tiere steht, in den Mittelmagen hinein, von dessen Blättern ein Teil der Flüssigkeit aufgesogen wird, und zuletzt in den Hintermagen. Flüssige Nahrung scheint stets direkt von der Speiseröhre durch die Schlundrinne in den Mittelmagen zu gelangen. — In der Kamelfamilie (*A*) besteht der Magen aus den gleichen drei Hauptabteilungen wie bei der Mehrzahl der Wiederkäuer, der Mittelmagen ist aber eine längere Röhre, die nur mit niedrigen Längsfalten versehen und äußerlich nicht von dem kurzen Hintermagen getrennt ist; weiter ist der Mittelmagen mit Cylinderepithel und mit kurzen Drüsenschläuchen versehen [1]). Der Hintermagen ist mit langen, wohlentwickelten Drüsenschläuchen ausgestattet, und hierdurch tritt innerlich eine Abgrenzung des Mittel- und Hintermagens hervor, indem die Schleimhaut des letzteren von weit größerer Dicke ist [2]). — Bei den Traguliden (*C*) ist der Magen demjenigen der Mehrzahl der Wiederkäuer im ganzen sehr ähnlich, der Vordermagen ist in die gleichen Unterabteilungen gesondert etc.; sie unterscheiden sich aber dadurch, daß der deutlich abgegrenzte Blättermagen rudimentär ist. Einen Uebergang zu diesem Verhalten vermitteln einige andere kleine Wiederkäuer, deren Blättermagen sehr kurz und wenig ausgebildet ist.

1. Die Kamelfamilie (*Camelidae*).

a) Die jetztlebenden Cameliden besitzen im Gegensatz zu anderen jetztlebenden Wiederkäuern den hintersten Schneidezahn, i^3, des Zwischenkiefers [3]); er ist eckzahnähnlich. Der Eckzahn des Unterkiefers hat (ebenso wie der des Oberkiefers) gewöhnliche Eckzahnform (kegelförmig). Der Magen ist abweichend (vergl. oben). Placenta diffus. Hörner fehlen. An jedem Fuß nur zwei Zehen; das Endglied klein, Klauen klein, gebogen, der Zehenballen ist sehr groß und erstreckt sich fast unter die

1) In dem Boden der „Wasserzellen" des Vordermagens (vergl. Anm. 1, S. 678) sind ebenfalls Cylinderepithel und kurze Drüschen vorhanden, sonst ist der Vordermagen der Kamele mit mehrschichtigem Epithel bedeckt und drüsenlos.

2) Der Vordermagen der Kamele ist durch Einbuchtungen in mehrere Abteilungen unvollkommen gesondert, die dadurch entstehenden Unterabteilungen sind aber denen anderer Wiederkäuer nicht vergleichbar. — Einige Teile des Vordermagens sind bei den Kamelen mit hohen, netzförmig verbundenen Falten versehen, welche kleine, prismatische, bienenzellenähnliche Räume, die sog. „Wasserzellen", begrenzen.

3) In rudimentärem Zustand kann auch bisweilen i^2 vorhanden sein, und im Milchgebiß ist stets sowohl di^2 als di^3 entwickelt.

ganze Zehe hinauf, so daß das Tier mit der ganzen Zehe auftritt [1]. Die Kamelgattung (*Camelus*) besteht aus hochbeinigen Tieren mit einem Fettbuckel auf dem Rücken; Zahnformel $\frac{i^3}{i^1\, i^2\, i^3}$, $\frac{c}{c}$, $\frac{p^1 \quad p^3\, p^4}{p^1 \quad p^4}$, $\frac{m^1 \; m^2 \; m^3}{m^1 \; m^2 \; m^3}$; p^1 in beiden Kiefern eckzahnähnlich, von den anderen Backenzähnen durch einen Zwischenraum getrennt. Beim baktrischen Kamel (*C. bactrianus*), in Asien, ist der Buckel in zwei, einen vorderen und einen hinteren, geteilt; beim Dromedar (*C. dromedarius*), in Afrika, Arabien, Persien etc., ist er einfach; von diesen beiden ausgeprägten Wüstentieren ist das Dromedar nur in gezähmtem, das baktrische Kamel auch in wildem Zustand bekannt. Die Lamas (*Auchenia*) sind kleiner, ohne Buckel und ohne den eckzahnartigen Backenzahn (p^1); sie leben in mehreren Arten, gezähmt und wild, im westlichen Südamerika.

a) Die ausgestorbenen Cameliden (Fig. 654) bilden mit den jetztlebenden zusammen eine ähnliche Reihe wie die Pferde. Eine der ältesten Formen der Cameliden-Reihe ist *Poëbrotherium* aus dem Oligocän. Es hatte vollständige Zahnformel: $\frac{3}{3}\,i$, $\frac{1}{1}\,c$, $\frac{4}{4}\,p$, $\frac{3}{3}\,m$, und die Zähne sitzen ohne größere Zwischenräume; die beiden Mittelfußknochen waren sowohl am Vorder- wie am Hinterfuß völlig getrennt (sogar unter sich beweglich) und das äußerste Zehenglied wohlentwickelt: das Tier war Hufgänger, der Fuß war dem eines Hirsches ähnlich; die Zehen 2 und 5 waren durch Rudimente der Mittelfußknochen vertreten. Der Ring um die Augenhöhle war nicht wie bei den jetztlebenden Cameliden hinten geschlossen, die Form des Schädels ziemlich hirschähnlich [2]. Aehnliche Charaktere wie dieses zeigt auch das etwas spätere *Gomphotherium* aus dem älteren Miocän; aber der Abstand zwischen p^1

Fig. 654. Schädel verschiedener Cameliden. *c* Eckzahn; die Zähne vor demselben sind Schneidezähne, *1—4* Prämolaren, *5—7* Molaren.

1) Von anderen Eigentümlichkeiten der Cameliden heben wir folgende hervor: Die beiden Mittelhand(fuß)knochen sind abweichend von denjenigen anderer Wiederkäuer unten ziemlich hoch hinauf getrennt, und auf der unteren Gelenkfläche fehlt der Kamm vorne. Eine Arterie (die Vertebralarterie), die bei anderen Säugetieren die Querfortsätze der Halswirbel durchbohrt, durchsetzt hier die Bogen. Die Blutkörperchen im Gegensatz zu denen aller anderen Säugetiere oval.

2) In bezug auf die Vertebralarterie und den Kamm am distalen Ende der

und den Nachbarzähnen ist größer und der Ring um das Auge geschlossen. Die Mittelfußknochen waren getrennt, lagen aber dichter beisammen. Bei der etwas jüngeren miocänen Gattung *Protolabis*, die ebenfalls die volle Bezahnung besitzt, ist i^3 im Oberkiefer eckzahnähnlich wie bei den jetzt lebenden Kamelen und der Schädel im ganzen sehr kamelähnlich (die Füße unbekannt). Bei dem noch jüngeren *Procamelus* aus dem jüngsten Miocän fehlen beim Erwachsenen i^1 und i^2 oben, aber sämtliche anderen Zähne sind vorhanden; die beiden Mittelhandknochen vereinigten sich erst beim alten Tier; dagegen waren die Mittelfußknochen der Hinterfüße verwachsen. Nach der Form der erhaltenen Zehenglieder ist Procamelus Zehengänger (wie die jetztlebenden) gewesen. Bei der pliocänen *Pliauchenia*, die sonst dem Procamelus nahe steht, fehlt p^2 im Unterkiefer. Hieran schließt sich wieder *Camelus* (siehe oben), der schon im jüngeren Pliocän auftrat; dort fehlt weiter p^2 im Oberkiefer und p^3 im Unterkiefer. Daran schließt sich weiter *Auchenia* (siehe oben), an letztere eine ausgestorbene Gattung aus der Pliocänzeit, *Eschatius*, bei dem von den Prämolaren nur p^4 fortbesteht [1]).

2. Die Traguliden (*Tragulidae*) sind eine kleine Gruppe geweih- und hörnerloser Wiederkäuer von geringer Größe, die in der äußeren Form manchen kleineren Hirschformen ähnlich sind. Sie zeichnen sich besonders dadurch aus, daß die Mittelfußknochen 3 und 4 (sowohl am Vorder- als am Hinterfuß) spät oder gar nicht verwachsen und daß die Mittelfußknochen Nr. 2 und 5 vollständig sind. Der Blättermagen ist rudimentär (vergl. oben). Ostindische Inseln, Afrika.

3. Die Hirsche (*Cervidae*) bilden eine große Abteilung von in der Regel schlanken, dünnbeinigen, kurzschwänzigen Wiederkäuern, deren Männchen (selten auch die Weibchen) am Kopfe ein Geweih besitzen, das in fertigem Zustande (über Bau und Entwicklung vergl. S. 632) ein Paar nackter Knochenfortsätze darstellt; am Grunde jeder Geweihstange eine ein wenig erweiterte Partie, die Rose (oberhalb des untersten, stets mit Haut bekleideten Teiles, des Rosenstockes). Das erste Geweih, das der junge Hirsch trägt, ist einfach, unverästelt und von geringer Größe; die späteren werden größer und gewöhnlich verästelt. $\frac{0}{3}\,i,\ \frac{1 \text{ od. } 0}{1}\,c,\ \frac{3}{3}\,p,\ \frac{3}{3}\,m$ [2]). In Deutschland leben folgende: das Reh (*Cervus capreolus*), kleiner als die übrigen europäischen Hirsche, die Gehörnstangen

---

Mittelfußknochen verhalten sich diese und die andern hier erwähnten ausgestorbenen Cameliden wie die jetztlebenden.

1					
Oligocän:	*Poëbrotherium*	$\frac{i^1 i^2 i^3}{i^1 i^2 i^3}$	$\frac{c}{c}$	$\frac{p^1 p^2 p^3 p^4}{p^1 p^2 p^3 p^4}$	$\frac{m^1 m^2 m^3}{m^1 m^2 m^3}$
Miocän:	*Procamelus*	$\frac{i^3}{i^1 i^2 i^3}$	$\frac{c}{c}$	$\frac{p^1 p^2 p^3 p^4}{p^1 p^2 p^3 p^4}$	$\frac{m^1 m^2 m^3}{m^1 m^2 m^3}$
Pliocän:	*Pliauchenia*	$\frac{i^3}{i^1 i^2 i^3}$	$\frac{c}{c}$	$\frac{p^1 p^2 p^3 p^4}{p^1 \quad p^3 p^4}$	$\frac{m^1 m^2 m^3}{m^1 m^2 m^3}$
Jüngstes Pliocän und Jetztzeit:	*Camelus*	$\frac{i^3}{i^1 i^2 i^3}$	$\frac{c}{c}$	$\frac{p^1 \quad p^3 p^4}{p^1 \qquad p^4}$	$\frac{m^1 m^2 m^3}{m^1 m^2 m^3}$
	Auchenia	$\frac{i^3}{i^1 i^2 i^3}$	$\frac{c}{c}$	$\frac{p^3 p^4}{p^4}$	$\frac{m^1 m^2 m^3}{m^1 m^2 m^3}$
	Eschatius	$\frac{i^3}{i^1 i^2 i^3}$	$\frac{c}{c}$	$\frac{p^4}{p^4}$	$\frac{m^1 m^2 m^3}{m^1 m^2 m^3}$

2) Im Oberkiefer kann ein Eckzahn (z. B. beim Edelhirsch) vorhanden sein, kann aber auch fehlen. Von den Zähnen der typischen Zahnformel fehlt, außer den oberen Vorderzähnen, p^1 oben und unten.

des ausgebildeten Tieres selten mit mehr als drei Spitzen; der Edelhirsch (*C. elaphus*) (eine verwandte größere Art, der Wapiti [*C. canadensis*] in Nordamerika); der Damhirsch (*C. dama*), der aus den Mittelmeerländern stammt, aber schon vor mehreren Jahrhunderten in Deutschland eingeführt wurde; das Elentier (*C. alces*), ein plumper, hochbeiniger Hirsch mit sehr breitem Geweih, innerhalb Deutschlands nur noch in Ostpreußen, im Altertum durch ganz Nord-Deutschland verbreitet (jetzt in Rußland, Skandinavien, Nordamerika). Das Rentier (*C. tarandus*), dessen Weibchen durch den Besitz eines (kleineren) Geweihes ausgezeichnet ist, lebt jetzt in den circumpolaren Ländern der nördlichen Halbkugel; Knochenreste aus quaternärer Zeit in Deutschland. Auch von dem gänzlich ausgestorbenen Riesenhirsch (*C. euryceros*), der durch sein kolossales Geweih ausgezeichnet war, findet man Ueberreste in Deutschland; in Irland soll dieses Tier bis ins Mittelalter gelebt haben. — Ob das Moschustier (*Moschus moschiferus*) hierher gehört, ist zweifelhaft. Es ist geweihlos; das Männchen hat im Oberkiefer sehr lange, aus dem Mund herausragende Eckzähne und hinten an der Bauchseite einen Hautbeutel, in dem Moschus abgesondert wird; in Asien.

4. Die Giraffe (*Camelopardalis giraffa*) besitzt oben auf dem Kopfe ein Paar behaarte, aufrechte Auswüchse, deren Knochenkern beim jungen Tier gesondert, später mit dem Schädel verwächst (außerdem noch eine niedrigere unpaare Erhebung weiter vorn und bisweilen ein Paar weiter hinten). Sehr hochbeinig, die Vorderbeine länger als die Hinterbeine, Hals ungeheuer lang. Afrika. — Mit der Giraffe nahe verwandt ist das kürzlich entdeckte *Okapi* (*Okapia Johnstoni*), dessen Männchen zwei kleine kegelförmige, etwas gebogene, mit Haut bekleidete Hörner besitzt, die von denen der Giraffe dadurch abweichen, daß die Knochenmasse an der Spitze entblößt wird (vergl. die Hirsche); wesentlich kleiner und weniger hochbeinig als die Giraffe (braun mit weißen Querstreifen am Schenkel, Unterschenkel, Unterarm). Congo.

5. Die Hohlhörner (*Cavicornia*) sind mit zwei Hörnern versehen, die mit einer dicken Hornschicht bedeckt, innerlich verknöchert sind (vergl. S. 631); meistens sind die Hörner in beiden Geschlechtern entwickelt, zuweilen sind sie bei den Weibchen kleiner, rudimentär oder fehlen. $\frac{0}{3}\,i$, $\frac{0}{1}\,c$, $\frac{3}{3}\,p$, $\frac{3}{3}\,m$; der fehlende Prämolar ist p^1.

a) Der Gabelbock (*Antilocapra americana*) weicht dadurch von den übrigen Hohlhörnern ab, daß durch die dicke Hornlage des Hornes lange Haare verlaufen, die aus der Oberfläche hervorragen: das Horn ist also behaart (vergl. die Hirsche). Die Hornscheide und die Haare werden jährlich gewechselt (nicht aber der Knochenzapfen); nachdem die Hornscheide abgeworfen ist, zeigt sich der Knochenzapfen mit einer behaarten Haut bekleidet, mit einer dünnen Hornschicht, die sich dann verdickt. Das Horn hat beim Erwachsenen einen kleinen Seitenast. Das Tier erinnert am meisten an eine mittelgroße Antilope; es lebt auf den Prärien des westlichen Amerika.

b) Antilopen (*Antilopinae*) ist die gemeinsame Bezeichnung einer großen Anzahl meistens hirschähnlicher, häufig jedoch mehr rindähnlicher Wiederkäuer mit sehr verschiedener Hörnerform. Bei einigen fehlen die Hörner dem Weibchen. Steppentiere, die besonders in Afrika reich vertreten sind.

c) Schafe (*Ovis*). Schnauze behaart, Hörner quergerunzelt, dick, kantig, oft stark gebogen, nach hinten und außen gerichtet; eine Hauteinstülpung (Klauensack) zwischen den beiden großen Zehen. Zwei

Zitzen. Hierzu gehört das Hausschaf (*Ovis aries*), dessen Weibchen gewöhnlich rudimentäre oder keine Hörner besitzt; seine Abstammung ist unbekannt. Die wilden Schafe sind gewöhnlich Gebirgstiere; mehrere Arten in Asien, in Europa der Muflon (*O. musimon*) auf Corsica und Sardinien. — Mit den Schafen nahe verwandt sind die Ziegen (*Capra*) mit zusammengedrückten, weniger stark gebogenen Hörnern und ohne Klauensäcke an den Hinterfüßen; hierzu die Hausziege (*C. hircus*), wild in Asien und auf Kreta, und der Steinbock (*C. ibex*), in den Alpen (jetzt selten). — An die Ziegen schließt sich die Gemse (*Capella rupicapra*) an, mit kleinen, aufrechten, nur an der Spitze gebogenen Hörnern; in den Alpen, Pyrenäen etc. — Mit den Schafen verwandt ist ferner der sog. Bisam- oder Moschusochse (*Ovibos moschatus*), ein großer, langhaariger Wiederkäuer mit Hörnern, die an diejenigen des Büffels erinnern, mit behaarter Schnauze, kurzem Schwanz und zwei oder vier Zitzen; lebt im arktischen Nordamerika (in der quaternären Periode auch in Europa).

d) Rinder (*Bovinae*). Große, plumpe Tiere mit breiter, unbehaarter Schnauze, langem Schwanz mit endständiger Quaste; keine Klauensäcke; oft eine Wamme (herabhängende Hautfalte) an Hals und Brust. Vier Zitzen. Die Hörner in der Regel rund und glatt; sie sind am Grunde nach außen, mit der Spitze nach oben gebogen. Das Hausrind (*Bos taurus*), mit platter Stirn, stammt wahrscheinlich von mehreren wilden Arten ab; einer seiner Stammväter ist der jetzt ausgestorbene riesige Ur (*B. primigenius*), der im Altertum und Mittelalter in Deutschland lebte. Mit dem Hausrind nahe verwandt ist das ebenfalls gezähmte Zebu (*B. indicus*), mit Fettbuckel (ein Muskel oberhalb des Schulterblattes, M. rhomboideus, ist teilweise stark mit Fett infiltriert), in Asien und Afrika; etwas entfernter das langhaarige Yak (*B. grunniens*), das (wild und gezähmt) in Gebirgsländern Mittelasiens lebt. Die Wisente (*Bison*) haben eine gewölbte Stirn und ziemlich kleine Hörner; der vordere Teil des Rumpfes ist infolge der gewaltigen Entwicklung einiger Dornfortsätze fast buckelartig erhoben; der europäische Wisent[1]) (*Bison europaeus*) ist jetzt beinahe ausgerottet (nur noch in Litauen und im Kaukasus), früher in Deutschland etc. weit verbreitet; die nahe verwandte amerikanische Art (*B. americanus*, „Buffalo" der Amerikaner) kam bis vor wenigen Dezennien in großen Herden in Nordamerika vor, ist jetzt ebenfalls fast ausgerottet. Die Büffel (*Bubalus*) zeichnen sich durch ihre abgeplatteten Hörner und durch die schwache Behaarung aus; Sumpftiere, von denen eine gezähmte, aus Indien stammende Art (*Bub. vulgaris*) unter anderem in Süd-Europa gehalten wird.

6. Ordnung. **Proboscidea, Elephanten.**

Die Elephanten der Jetztzeit (*Elephas*) sind große, plumpe, sehr schwach behaarte, hochbeinige Tiere; Vorder- und Hinterfüße (einschließlich des Mittelfusses) sind kurz, mit je 5 Zehen ausgestattet, welche kurze Hufe[2]) tragen; unterhalb der in eine gemeinsame Haut eingeschlossenen Zehen findet sich ein großer Ballen. Die Schnauze ist zu einem langen Rüssel verlängert, an dessen Spitze die Nasenlöcher sich befinden; die Nasenscheidewand geht nicht ganz bis an

1) Der Name „Auerochs" wird sowohl von diesem als auch von dem Bos primigenius gebraucht.

2) Hufe können zuweilen an einer oder zwei Zehen fehlen.

das äußerste Ende des Rüssels, so daß hier eigentlich nur eine Oeffnung vorhanden ist, deren oberer und unterer Rand lippenartig gegeneinander bewegt werden können; am oberen Rand ist ein kurzer, beim asiatischen Elephanten flugerartiger Fortsatz entwickelt. Der Rüssel unterscheidet sich dadurch von ähnlichen Gebilden anderer Säugetiere, daß der Nasenknorpel sich nicht in denselben hinein erstreckt und daß er sehr muskulös ist; er ist außerordentlich beweglich und ein vorzügliches Greifwerkzeug, während der Rüssel anderer Säugetiere allein als Tast-, bisweilen auch als Wühlwerkzeug fungiert[1]). Die Nahrung — wesentlich Blätter, Aeste und Früchte von Bäumen — wird mittels des Rüssels dem Munde zugeführt. Wasser wird in den Rüssel aufgesogen und in den Mund hineingespritzt, indem die Spitze des gebogenen Rüssels nach der Mundöffnung hin geführt wird. Aeußere Ohren groß, plattenförmig, herabhängend. Zitzen (zwei)

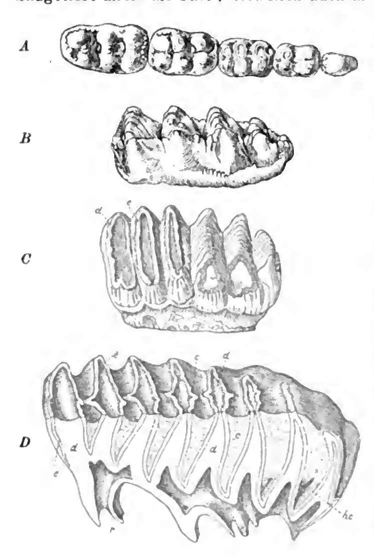


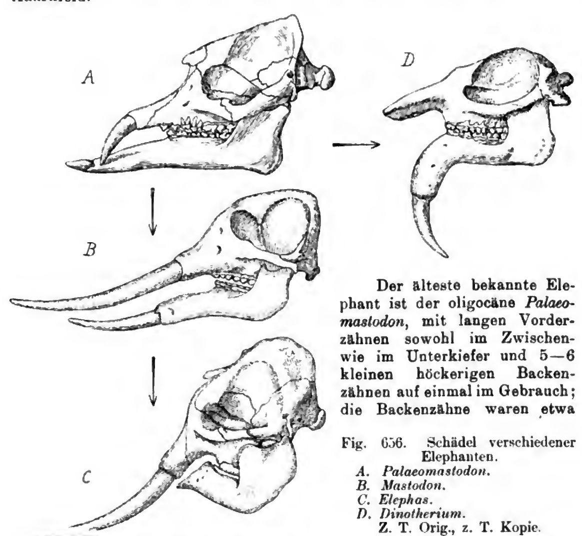
Fig. 655. Backenzähne verschiedener Proboscidea von der Kaufläche oder halb von der Seite gesehen; *D* ist durchsägt, die anderen ganz. *A Palaeomastodon*, Unterkieferzähne. *B Mastodon turicensis*. *C Mastodon Cliftii*, Zwischenform zwischen Mastodon und Elephas. *D Elephas africanus*; das hintere Ende (rechts in der Figur) war noch nicht in Abnutzung, die hintersten Zahnplatten sind völlig in Cement eingeschlossen. *c* Cement, *d* Dentin, *e* Schmelz, *hc* Raum zwischen zwei Zahnplatten, Cement hier nicht fertig entwickelt; *r* durchschnittene Zahnwurzel. — Z. T. Orig., z. T. Kopie.

dicht bei den Vorderbeinen. Der von einem kurzen, dicken Hals getragene Kopf ist von kolossalem Umfang; die Schädelhöhle klein, ausgedehnte Lufträume in den Kopfknochen. Schneidezähne fehlen im Unterkiefer; oben jederseits ein Schneidezahn, der, besonders beim Männchen, in Form eines langen, nach vorn gebogenen, schmelzlosen[2]) Stoßzahnes entwickelt ist, der aus dem Mund hervorragt und dessen Wachstum das ganze Leben hindurch fortdauert. Eckzähne fehlen.

1) Nur der Tapir-Rüssel verhält sich ähnlich wie der Elephanten-Rüssel, ist aber wegen seiner Kürze weniger vollkommen.

2) Am Stoßzahn ist zunächst ein wenig Schmelz an der Spitze vorhanden, der aber bald abgenutzt wird.

Die Backenzähne sind groß, mit hoher Krone und kurzen Wurzeln; die Krone ist in eine größere oder kleinere Anzahl zusammengedrückter, schmelzbekleideter Querplatten gespalten, die durch reichliches Cement zusammengehalten werden; in jeder Kieferhälfte zur Zeit immer nur ein, höchstens zwei Zähne in Gebrauch; in dem Maße, wie ein Zahn abgenutzt wird, tritt ein anderer hinter ihm hervor und nimmt allmählich den Platz des ersteren ein (das vordere Ende eines Zahnes tritt schon in Funktion, während das hintere Ende noch im Kiefer versteckt ist, und ebenso wird das vordere Ende zuerst abgenutzt, so daß zuletzt nur das hintere Ende allein übrig bleibt); im ganzen kommen in dieser Weise in jeder Kieferhälfte 6 Backenzähne zum Vorschein, von denen die zuerst auftretenden die kleinsten sind [1]). Nur zwei jetztlebende Arten: der Indische Elephant (*E. indicus*) mit zahlreichen, stark zusammengedrückten Platten in den Backenzähnen und verhältnismäßig kleinen Ohren (gezähmt und wild) und der Afrikanische E. (*E. africanus*) mit einer geringeren Anzahl dickerer Zahnplatten und sehr großen Ohren. Das quaternäre Mammut (*E. primigenius*) in Sibirien und Europa stand dem Indischen Elephanten nahe, besaß aber in Anschluß an das rauhe Klima ein dichtes Haarkleid.



Der älteste bekannte Elephant ist der oligocäne *Palaeomastodon*, mit langen Vorderzähnen sowohl im Zwischen- wie im Unterkiefer und 5—6 kleinen höckerigen Backenzähnen auf einmal im Gebrauch; die Backenzähne waren etwa

Fig. 656. Schädel verschiedener Elephanten.
A. Palaeomastodon.
B. Mastodon.
C. Elephas.
D. Dinotherium.
Z. T. Orig., z. T. Kopie.

1) Die 6 Backenzähne der Elephanten sind: dp^2, dp^3, dp^4, m^1, m^2, m^3; Prämolaren fehlen bei den jetztlebenden, sind aber in rudimentärer Gestalt bei einer ausgestorbenen Elephasart nachgewiesen, ebenso wie sie auch bei Mastodon vorkamen.

denen eines Schweines ähnlich; der Schädel war in seiner Form dem Schädel anderer Säugetiere einigermaßen ähnlich, weniger durch Lufthöhlen angeschwollen, die Nasenlöcher lagen weiter nach vorn. Von Palaeomastodon ist dann die Entwicklung nach zwei Richtungen weiter gegangen. Teils bildete sich von demselben die Gattung *Mastodon* aus (Miocän, Pliocän, Quaternär), deren Bezahnung sich in der Richtung gegen Elephas hin ausgestaltete: es waren bei ihm nie mehr als drei Backenzähne gleichzeitig im Gebrauch, und statt der Höcker sind Querkämme vorhanden, niedrigere oder höhere, mehr oder weniger; die oberen Vorderzähne sind länger als die unteren, die bei einigen Arten fehlen. Mastodon geht ohne Grenze in Elephas über, die jüngsten Formen stehen Elephas am nächsten. Die andere Richtung führte zu der Gatt. *Dinotherium* mit ähnlichen Backenzähnen wie Palaeomastodon, aber nur mit Vorderzähnen (starken, nach unten gerichteten) im Unterkiefer, keine im Zwischenkiefer (Miocän-Pliocän).

7. Ordnung. **Sirenia, Seekühe.**

Die Seekühe bilden eine kleine Gruppe von Meeres-Säugetieren, die früher mit den Walen zusammengestellt wurden, mit denen sie jedoch in Wirklichkeit gar nicht näher verwandt sind; die Aehnlichkeiten, die in gewissen Punkten des Baues bestehen, sind als durch die ähnliche Lebensweise beider Gruppen bedingt aufzufassen. Dagegen erinnern die Seekühe in manchem an die Huftiere.

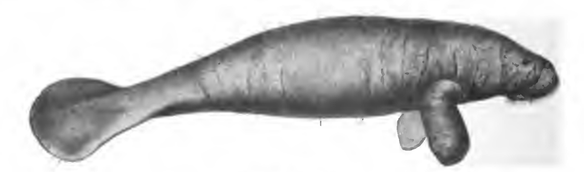


Fig. 657. Manati.

Der Körper ist nur spärlich mit Haaren versehen. Der Kopf wird von einem sehr kurzen Hals getragen, ist aber dennoch deutlich vom Rumpf abgesetzt; die Nasenlöcher sitzen am Ende der mit großen dicken Lippen versehenen Schnauze; äußere Ohren fehlen. Der Rumpf geht allmählich in den kräftigen Schwanz über, an dessen Ende jederseits eine große wagerechte Hautfalte vorhanden ist (beide Hautfalten zusammen werden als die „Schwanzflosse" bezeichnet). Die Vordergliedmaßen sind kurz, flossenähnlich; die Finger sind von einer gemeinsamen Haut umschlossen, der Daumen rudimentär, die übrigen Finger dreigliederig (im Gegensatz zu den Walen); der Arm ist nicht, wie bei den Walen, nur im Schultergelenk, sondern auch im Ellenbogengelenk etc. beweglich; beim Manati können Rudimente hufähnlicher Krallengebilde vorhanden sein. Die Hintergliedmaßen fehlen: das Becken ist vorhanden, aber stark rückgebildet (zwei Knochenstäbe)[1]). Zwei Zitzen zwischen den Vorderbeinen. Bei den Jungen

1) In bezug auf das Skelet mag noch hervorgehoben werden, daß der Unterkiefer sehr groß und schwer, in der Form von demjenigen der Wale ganz verschieden ist, was auch für den übrigen Schädel gilt.

sind oben und unten Schneidezähne vorhanden, sie fallen aber in der Regel aus, so daß die Erwachsenen vorn zahnlos sind; nur bei dem männlichen Dugong entwickelt sich ein Paar der oberen Schneidezähne zu Stoßzähnen, während dieselben Zähne beim Weibchen im Kiefer versteckt bleiben. Statt der Schneidezähne besitzen sie vorn im Munde sowohl oben als unten eine große Hornplatte. Eckzähne fehlen. Die Backenzähne sind klein, mit Querkämmen; beim Manati entwickeln sich merkwürdigerweise allmählich in jeder Kieferhälfte eine größere Anzahl (etwa 30) Backenzähne: vorn fallen Zähne aus, hinten bilden sich neue, die im Kiefer vorrücken. Der Magen hat einen zusammengesetzten Bau.

Die Seekühe sind Pflanzenfresser (Tangfresser) von beträchtlicher Größe (die jetztlebenden 3—5 m), die sich im Meere in der Nähe der Küsten und in Flüssen aufhalten. In der Jetztzeit nur der Manati (*Manatus*), der im Atlantischen Meer an den Küsten von Afrika und Amerika (und in Flüssen, die in jenes Meer ausmünden) lebt, und der Dugong (*Halicore dugong*) im Indischen Ozean. Ausgerottet ist die riesige, ganz zahnlose Steller'sche Seekuh (*Rhytina Stelleri*), die bis ins achtzehnte Jahrhundert in den nördlichen Teilen des Großen Ozeans lebte.

Die paläontologische Entwicklung der Seekühe hat ein bedeutendes Interesse. Besonders lehrreich ist das Verhalten des Beckens (Fig. 658) und der Hintergliedmaßen. Die älteste bekannte Seekuh, *Eotherium* (eocän), hatte ein Becken, das nicht von einem gewöhnlichen Säugetierbecken besonders abweichend war, mit wohlentwickelter Gelenkpfanne, so daß es unzweifelhaft ist, daß funktionierende Hintergliedmaßen vorhanden waren. Bei der Gatt. *Eosiren* (etwas jünger eocän) war das Becken etwas rückgebildet, die untere Begrenzung der Oeffnung *o* ist weggefallen, die Gelenkpfanne kleiner. Bei *Halitherium* (oligocän) ist die Rückbildung weiter gegangen, und man weiß, daß die Hinterextremität nur durch ein nach unten zugespitztes Femur vertreten war. Eine weitere Reduktion findet man bei *Metaxytherium* (miocän), mit einer sehr kleinen Gelenkpfanne, und noch

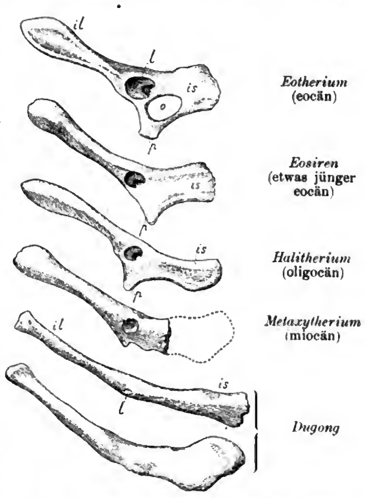


Fig. 658. Becken (linke Hälfte) von verschiedenen Seekühen. *il* Hüftbein, *is* Sitzbein, *l* Hüftpfanne, *o* Loch zwischen *is* und *p*; *p* Schambein. — Nach Abel.

mehr bei dem rezenten Dugong, bei dem die Schambeinspitze fehlt und die Gelenkpfanne ganz klein ist (es kann ein Femur-Rudiment vorhanden sein) oder fehlt. Noch kleiner ist das Becken beim Manati.

8. Ordnung. **Carnivora, Raubtiere.**

Die Raubtiere bilden eine große, aus zahlreichen Gattungen und Arten bestehende Abteilung, innerhalb deren zahlreiche Verschiedenheiten im Bau wie in der Lebensweise bestehen; daneben gehen aber bestimmte charakteristische Züge durch alle Formen, ein ausgeprägter gemeinsamer Typus tritt überall hervor.

Das gilt besonders von der Bezahnung, in der wir uns am besten orientieren, wenn wir von einer Betrachtung des Zahnsystems der Hundegattung (Fig. 659) ausgehen, indem sich diejenigen anderer Raubtiere als Modifikationen davon nach verschiedenen Richtungen hin ansehen lassen. Im Obermunde haben die Hunde jederseits 3 Schneide-

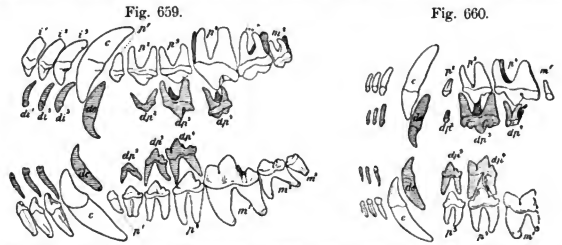


Fig. 659. Die Zähne des bleibenden Gebisses der linken Hälfte des Schädels eines Hundes, und die Zähne des Milchgebisses desselben, letztere schraffiert. — Orig.
Fig. 660. Dieselben einer Katze. — Orig.

zähne (von denen der äußerste, i^3, etwas größer als die übrigen ist), einen kegelförmigen, gebogenen Eckzahn und 6 Backenzähne (4 Prämolaren, 2 Molaren). Die drei vordersten Backenzähne des Oberkiefers werden als Lückenzähne bezeichnet; sie besitzen eine zusammengedrückte, dreikantige, zugespitzte Krone und am Hinterrande des Dreiecks eine oder zwei kleinere Spitzen; der vorderste ist der kleinste. Der vierte Backenzahn (p^4), der Reißzahn, hat eine ähnliche zusammengedrückte Form; hinter der Spitze findet sich ein spaltförmiger Einschnitt am Rande, und an der inneren Seite des Zahnes sitzt ein kleiner Höcker. Auf den Reißzahn folgen zwei breite, höckerige Zähne (m^1 und m^2), die Höckerzähne, von denen der hinterste der kleinste ist. Im Untermunde finden sich, was die Vorder- und Eckzähne betrifft, ähnliche Verhältnisse wie im Obermunde. Es sind aber im Unterkiefer 7 Backenzähne (4 p, 3 m) vorhanden, von denen die vier vordersten als Lückenzähne bezeichnet werden und auch dieselbe Form besitzen wie die gleichnamigen des Oberkiefers. Der fünfte Zahn (m^1), welcher der größte der Unterkieferzähne ist, erinnert in seiner Form etwas an den Reißzahn des Oberkiefers und wird auch als Reißzahn bezeichnet; sein vorderster Teil, der

unterhalb des Oberkiefer-Reißzahnes sitzt, ist zusammengedrückt und mit zwei Spitzen versehen, von denen die hintere etwas höher als die vordere ist; der hintere, kleinere Teil des Zahnes ist niedrig und höckerig. Die beiden hintersten Backenzähne (m^2, m^3) sind Höckerzähne, den gleichnamigen des Oberkiefers ähnlich, aber kleiner als diese [1]).

Die Entwicklung des Zahnsystems anderer Raubtiere bewegt sich nun wesentlich teils in der Richtung einer Reduktion der Backenzahnreihe von beiden Enden derselben, teils in der Richtung einer einseitigen Ausbildung entweder des höckerigen oder des zusammengedrückten Teils der Zahnreihe, während Schneide- und Eckzähne sich, was Zahl und Form betrifft, bei allen fast gleich verhalten. Wir führen davon ein paar Beispiele an. Bei der Katze (Fig. 660) ist eine im Vergleich mit derjenigen des Hundes sehr rückgebildete Zahnreihe vorhanden: von den 6 Oberkieferbackenzähnen des letzteren fehlt der erste und der letzte, und von den 4 übriggebliebenen sind dazu noch der erste und der letzte fast rudimentär; von den 7 Unterkieferbackenzähnen fehlen bei der Katze sogar die beiden ersten und die beiden letzten. Der höckerige Teil der Zahnreihe ist bei der Katze fast gänzlich in Wegfall gekommen, indem nicht

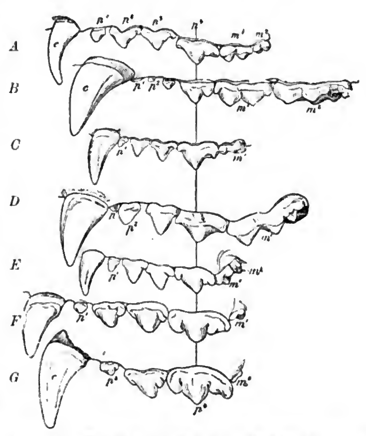


Fig. 661. Die Zähne des linken Oberkiefers von: *A* Hund, *B* Bär, *C* Marder, *D* Dachs, *E* Viverride (*Herpestes*), *F* Hyäne, *G* Löwe. Besonders hervorzuheben ist die starke Entwicklung der höckerigen Partie (m^1-m^2) in *B* und *D* und die Rückbildung derselben in *E—G*. — Orig.

Zahnformeln:

Amphicyon [2])	$\frac{4}{4}$	*p*,	$\frac{3}{3}$	*m*	(= $\frac{3}{4}$	*L*,	$\frac{1}{1}$ *R*,		$\frac{3}{2}$	*H*)[3])
Hund . . .	$\frac{4}{4}$	—	$\frac{2}{3}$	—	(= $\frac{3}{4}$	—	—		$\frac{2}{2}$	—)
Procyoniden / Viverriden .	$\frac{4}{4}$	—	$\frac{2}{2}$	—	(= $\frac{3}{4}$	—	—		$\frac{2}{1}$	—)
Marder . .	$\frac{4}{4}$	—	$\frac{1}{2}$	—	(= $\frac{3}{4}$	—	—		$\frac{1}{1}$	—)
Marder . .	$\frac{3}{3}$	—	$\frac{1}{2}$	—	(= $\frac{2}{3}$	—	—		$\frac{1}{1}$	—)
Hyäne . .	$\frac{4}{3}$	—	$\frac{1}{1}$	—	(= $\frac{3}{3}$	—	—		$\frac{1}{0}$	—)
Katze . .	$\frac{3}{2}$	—	$\frac{1}{1}$	—	(= $\frac{2}{2}$	—	—		$\frac{1}{0}$	—)
Luchs . .	$\frac{2}{2}$	—	$\frac{1}{1}$	—	(= $\frac{1}{1}$	—	—		$\frac{1}{0}$	—)
Machaerodus	$\frac{2}{1}$	—	$\frac{1}{1}$	—	(= $\frac{1}{1}$	—	—		$\frac{1}{0}$	—)

1) Die Hunde haben nach dem oben Mitgeteilten die typische Zahnformel minus m^3 im Oberkiefer. Dieser Zahn war bei dem ausgestorbenen *Amphicyon* (Miocän) vorhanden (ein Höckerzahn); *A.* besaß somit die vollständige Zahnserie.

2) Vergl. Anm. 1.

3) *L* Lückenzähne, *R* Reißzähne, *H* Höckerzähne.

allein die Höckerzähne (mit Ausnahme des rudimentären des Oberkiefers) fehlen, sondern auch der höckerige Teil des Reißzahns des Unterkiefers verschwunden ist. Bei den **Bären** finden wir das entgegengesetzte Extrem: die Höckerzähne sind alle vorhanden und ebenso wie der hintere (höckerige) Teil des Unterkieferreißzahnes außerordentlich stark entwickelt, während die Lückenzähne klein und beim erwachsenen Tier zum Teil ausgefallen sind. Vergl. für die übrigen Gruppen die spezielle Darstellung, die obenstehenden Zahnformeln und Fig. 661.

Bezüglich des **Milchgebisses** ist zu bemerken, daß dp_1 stets fehlt, daß dp_4 oben ein Höckerzahn ist, dp_3 oben dem Oberkiefer-Reißzahn, dp_4 unten dem Unterkiefer-Reißzahn ähnlich ist [1]); die anderen *dp* sind Lückenzähne. Der Reißzahn des bleibenden Gebisses sitzt also — sowohl im Ober- wie im Unterkiefer — einen Platz weiter zurück als der Milch-Reißzahn.

Von anderen Charakteren sind folgende hervorzuheben. Das äußerste Glied der Zehen trägt eine oft sehr stark gebogene Kralle und wird durch ein elastisches Bändchen, das von demselben bis an das vorletzte Glied geht, mehr oder weniger nach oben gebogen gehalten, so daß die Kralle bei einigen (z. B. der Katze) während des Ganges die Erde gar nicht berührt (zurückgezogene Kralle). Die Tiere treten entweder mit dem ganzen Fuß auf (Sohlengänger) oder nur mit den Zehen (Zehengänger). Der Daumen ist (an beiden Gliedmaßenpaaren) meistens



Fig. 662. *A* Hinterfuß eines **Schweins**, Unterseite. *B* eines **Hundes**. *2—5* die Zehen. Hinter den Krallen, resp. Klauen, die Zehenballen. Beim Hunde etwas weiter hinten die drei verschmolzenen Zwischenballen. — Orig.

1) Es ist somit im Milchgebiß der Raubtiere stets dieselbe Anzahl von Höckerzähnen wie im bleibenden Gebiß der Katze, nämlich $\frac{1}{0}$, vorhanden.

schwächer als die übrigen Zehen, fehlt sogar häufig an den Hintergliedmaßen. Allgemein sind die Zehen Nr. 3 und 4 (sowohl am Vorder- wie am Hinterfuß) länger als die übrigen, von ungefähr gleicher Länge, und sitzen dichter beisammen, so daß der Fuß sich den für die artiodactylen Huftiere charakteristischen Verhältnissen nähert (Fig. 662); das ist in hervortretendem Grade bei den stark laufenden Formen, z. B. dem Hunde, der Fall, bei dem die betreffenden Zehen auch stärker sind als die übrigen, ein symmetrisches Paar bilden (der ganze Hinterfuß ist ebenso symmetrisch wie ein Schweinefuß), und im Gehen tritt das Tier stärker mit den Zehen 3 4 auf als mit den anderen. — Das Schlüsselbein ist schwach entwickelt oder fehlt. — Bei manchen finden sich besonders am After Hautdrüsen-Gruppen oder Hauteinstülpungen mit Drüsen, deren Secret oft widerlich stinkt. — Die Placenta ist gürtelförmig.

Die Raubtiere sind größtenteils Tiere von mittlerer Größe, die sich teils von anderen Säugetieren, Vögeln, Insecten etc., teils auch von Pflanzenkost (saftigen Wurzeln, Beeren etc.) ernähren. Sie sind über die ganze Erde (mit Ausnahme von Australien) verbreitet, am reichsten in den Tropen vertreten.

Die Raubtiere zerfallen in zwei große natürliche Abteilungen; die Canidomorphen (Hunde, Bären, Halbbären, Marder) und die Felidomorphen (Viverren, Katze, Hyänen). Bei den Canidomorphen ist die Bulla einkammerig, das Muschelbein vielfach verästelt, und Cowpersche Drüsen fehlen; bei den Felidomorphen ist die Bulla zweikammerig, das Muschelbein sehr einfach, und Cowpersche Drüsen sind vorhanden.

1. Die Hundefamilie (*Canidae*). $\frac{3}{4}$ *L*, $\frac{2}{3}$ *H*; der höckerige Teil der Backenzahnreihe von mittlerer Stärke. Kopf länglich, Schwanz lang, Beine hoch mit 5 Zehen vorn, 4 hinten; Zehengänger. Hierzu gehören: Der Fuchs (*Canis vulpes*), der Polarfuchs[1]) (*C. lagopus*), beide mit senkrechter Pupille, letzterer ein hochnordisches Tier; der Wolf (*C. lupus*), mit runder Pupille, in Europa, Nord-Asien und Nordamerika, in Deutschland ausgerottet; der Schakal (*C. aureus*), mit dem Wolf nahe verwandt, in Asien, Nord-Afrika und auf der Balkanhalbinsel; von ihm oder seinen nächsten Verwandten stammt wahrscheinlich der Haushund (*C. familiaris*) ab.

2. Die Bärenfamilie (*Ursidae*). $\frac{3}{4}$ *L*, $\frac{2}{3}$ *H*; Höckerteil der Backenzahnreihe überwiegend entwickelt, übriger Teil derselben rückgebildet (meistens fehlen beim erwachsenen Tier einige *L*). Länglicher Kopf, sehr kurzer Schwanz, an allen vier Beinen je 5 Zehen, welche mit sehr starken Krallen bewaffnet sind; Sohlengänger von ansehnlicher Größe, die sich zum großen Teil von Pflanzenkost ernähren. Hierzu gehören: der gemeine Bär (*Ursus arctos*), innerhalb Deutschlands nur noch im bayerischen Hochlande, außerdem in der Schweiz, Rußland, Skandinavien etc. (Winterschläfer); der Baribal (*U. americanus*), schwarz, in Nordamerika; der Eisbär (*U. maritimus*), weiß, mit größtenteils behaarten Sohlen, gehört den arktischen Gegenden an. Größer als die jetztlebenden Bären war der quaternäre Höhlenbär (*U. spelaeus*), dessen Ueberreste man häufig in den Knochenhöhlen Deutschlands findet.

3. Die Halbbären (*Procyonidae*). $\frac{3}{4}$ *L*, $\frac{2}{2}$ *H*; Höckerteil der Backenzahnreihe weniger überwiegend als bei den Bären. Kopf länglich, Schwanz lang, 5 Zehen vorn und hinten; Sohlengänger. Kleinere Formen. Nahrung

1) Beim Polarfuchs sind sehr oft nur $\frac{2}{2}$ *H* vorhanden.

gemischt. Hierzu die Waschbären (*Procyon*) und die mit langer Schnauze versehenen Nasenbären (*Nasua*), beide Gattungen in Amerika.

4. Die Marderfamilie (*Mustelidae*). $\frac{2 \text{ od. } 3}{3 \text{ od. } 4}$ *L*, $\frac{1}{1}$ *H*; bei einigen ist der sägeartige Teil der Backenzahnreihe (d. h. die Lückenzähne, der Reißzahn im Oberkiefer, der vordere Teil des Reißzahnes des Unterkiefers), bei anderen ihr Höckerteil überwiegend entwickelt. Schwanz meistens wohlentwickelt, Beine niedrig, 5 Zehen; Zehen- oder Sohlengänger.

a) Die Mardergattung (*Mustela*). Kleine, sehr langgestreckte, schlanke Raubtiere, die sich hauptsächlich von warmblütigen Wirbeltieren ernähren. Zehengänger, Höckerteil ziemlich klein. In Deutschland leben die folgenden: der Edelmarder (*M. martes*) mit dottergelber Kehle, der Steinmarder (*M. foina*) mit weißer Kehle, die größten deutschen Arten; der Iltis (*M. putorius*), braun (das Frettchen [*M. furo*] ist eine domestizierte weißliche Abart des Iltis); der Hermelin (*M. erminea*), der im Winter weiß wird; das kurzschwänzige kleine Wiesel (*M. vulgaris*), die kleinste Art; der Nörz (*M. lutreola*), von der Größe des Iltis, einfarbig braun, lebt am Wasser, selten in Deutschland, häufiger in Rußland (erinnert etwas an die Otter). Der Zobel (*M. zibellina*) in Sibirien, steht dem Edelmarder sehr nahe. — Mit den Mardern verwandt ist der Vielfraß (*Gulo borealis*), der größer und plumper ist, einen sehr kurzen, buschigen Schwanz besitzt, Sohlengänger; in Skandinavien, Rußland, Sibirien, Nordamerika.

b) Die Ottern (*Lutra*) sind größere Marderformen mit langem, kräftigem Schwanz, Schwimmhaut zwischen den Zehen, stumpfer Schnauze und sehr kurzen Ohren. Schwimmen vorzüglich, ernähren sich besonders von Fischen. In Europa die Fischotter (*L. vulgaris*), sowohl am Süßwasser wie am Meere. — Verwandt ist die Seeotter (*Enhydra marina*) mit $\frac{3}{2}$ *i* (während andere Raubtiere $\frac{3}{3}$ haben); die Hintergliedmaßen erinnern etwas an diejenigen der Seehunde; an den Küsten des nördlichen Stillen Ozeans.

c) Der Dachs (*Meles taxus*) zeichnet sich durch die starke Entwicklung der Höckerzähne und des hinteren Teiles des Unterkiefer-Reißzahnes aus; Sohlengänger mit starken Grabkrallen an den Vorderbeinen; Allesfresser. — Verwandt sind die Stinktiere (*Mephitis*) in Nord- und Südamerika, Afrika und Kleinasien.

5. Die Schleichkatzen (*Viverridae*). $\frac{3}{4}$ *L*, $\frac{2}{1}$ *H*; Sägeteil der Backenzahnreihe überwiegend entwickelt. Kleinere, marderähnliche Tiere mit langgestrecktem Körper und niedrigen Beinen. In den wärmeren Teilen der alten Welt. Hierzu gehören die Zibethkatzen (*Viverra*), von denen eine Art (*V. genetta*) in Süd-Europa (und Nord-Afrika) lebt, und die Pharaosratte (*Herpestes ichneumon*) in Afrika.

6. Die Hyänenfamilie (*Hyaenidae*). $\frac{3}{3}$ *L*, $\frac{1}{0}$ *H*. Größere, hochbeinige, wolfähnliche, ziemlich langschwänzige Tiere; Zehengänger. Aasfresser. In der alten Welt.

7. Die Katzenfamilie (*Felidae*). $\frac{2}{2}$ *L*, $\frac{1}{0}$ *H*. Höckerteil der Backenzahnreihe rudimentär. Schlanke, gestreckte Tiere mit rundlichem Kopf, langem Schwanz, 4 Zehen an den Hintergliedmaßen, sehr stark gebogenen, zusammengedrückten und zugespitzten Krallen. Zehengänger. Ernähren sich fast ausschließlich von Warmblütern. Hierzu gehören: Der Löwe (*Felis leo*), einfarbig, ♂ mit Mähne, Afrika, West-Asien, früher auch im südöstlichen Europa, z. B. in der vorhellenistischen Zeit in Griechenland; nahe verwandt ist der ausgestorbene (quaternäre) Höhlenlöwe (*F. spelaea*),

der in Mittel-Europa lebte. Der Tiger (*F. tigris*) mit Querstreifen, Asien. Der Jaguar (*F. onça*), in Südamerika und im südlichen Nordamerika, und der Leopard oder Panther (*F. pardus*), in mehreren Varietäten in Afrika und Süd-Asien, sind große, mit Ringflecken versehene Katzen. Der Puma oder Kuguar (*F. concolor*), eine mittelgroße, einfarbige Katze, lebt in Südamerika und in einem großen Teil Nordamerikas (der „Panther" der Amerikaner). Kleinere Formen sind: die Tigerkatzen, verschiedene kleine gefleckte Formen (*F. tigrina* u. a.); die Wildkatze (*F. sylvestris*), in Mittel- und Süd-Europa, auch noch an verschiedenen Stellen in Deutschland, in der Farbe und Zeichnung ungefähr wie graue Hauskatzen, aber kurzschwänziger; sie oder ein naher Verwandter in Nord-Afrika ist die Stammform (oder eine der Stammformen) der Hauskatze (*F. domestica*). Abweichendere Formen sind: der Gepard (*F.* [*Cynailurus*] *jubata*), eine große, gefleckte, hochbeinige Katze mit weniger zurückgezogenen Krallen als die übrigen Katzen, in Afrika und Asien, wird auch zahm gehalten; der Luchs (*F. lynx* oder *Lynx vulgaris*), durch seine hohen Beine, kurzen Schwanz und mit Haarpinseln versehene Ohren ausgezeichnet (meistens fehlt beim Luchs der vorderste der bei anderen Katzen vorhandenen Oberkiefer-Lückenzähne, so daß die Zahnformel $\frac{1}{2}$ *L*, $\frac{1}{6}$ *H* wird), in Skandinavien, Rußland etc., früher auch in Deutschland. — Die ausgestorbenen Säbelkatzen (*Machaerodus*) haben $\frac{1}{1 \text{ od. } 2}$ *L*, $\frac{1}{6}$ *H*, also eine noch weiter rückgebildete Backenzahnreihe als die jetztlebenden Katzen; der Eckzahn des Oberkiefers ist ungemein kräftig und stark verlängert. — Bei manchen anderen ausgestorbenen Katzen findet man dagegen eine größere Anzahl von Zähnen als bei den jetztlebenden.

9. Ordnung. **Pinnipedia, Robben** oder **Flossenfüßler.**

Die Robben sind mit den Raubtieren nahe verwandt und stimmen in zahlreichen Charakteren mit ihnen überein; sie sind als ein in Anpassung an das Leben im Meere umgestalteter Raubtier-Typus aufzufassen.

Die Gliedmaßen sind kurz, breit, nach hinten gerichtet; der proximale Teil der Vordergliedmaßen ist unter der Rumpfhaut versteckt, der freie Teil derselben erinnert an die Brustflossen eines Fisches; die Hintergliedmaßen liegen mit der Fußspitze nach hinten dicht am Rumpf, zum großen Teil in die Haut des letzteren eingeschlossen; bei den echten Seehunden sind sie in dieser Stellung befestigt, während sie beim Walroß und den Ohrenrobben so weit nach vorn gewendet werden können, daß das Tier auf ihnen gehen kann. An jedem Fuß sind fünf Zehen (Finger) vorhanden, die mit geraden Krallen versehen sind; sowohl an den Vorder- als an den Hintergliedmaßen ist eine Schwimmhaut zwischen den Zehen ausgespannt. An den Vordergliedmaßen nehmen die Finger an Länge und Stärke von Nr. 1 bis Nr. 5 ab (Nr. 1 und 2 sind jedoch ungefähr gleich stark); an den Hintergliedmaßen sind Nr. 1 und 5 kräftiger und meistens auch länger als die drei übrigen. Der Schwanz ist kurz. Das äußere Ohr ist klein oder fehlt; die Augen groß; die Nasenlöcher spaltförmig, schließen sich von selbst durch die Elastizität der Wand, werden durch Muskelwirkung geöffnet. Die Behaarung besteht meistens aus dichtgestellten, angedrückten, glatten Haaren (zuweilen liegt unter diesen ein dichtes Wollkleid); die neugeborenen Jungen gewöhnlich mit einer wolligen

Behaarung, die jedoch bei einigen schon im Mutterleibe gewechselt wird; die Schnurrhaare sind sehr kräftig. Unterhalb der Haut findet sich eine dicke Schicht von Fettgewebe (Speck). Von den Schneidezähnen sind gewöhnlich $\frac{3}{2}$ (oder eine geringere Anzahl; selten $\frac{3}{3}$) vorhanden; sie sind mehr kegelförmig als bei den Raubtieren und schließen sich nicht wie bei diesen zu einem schneidenden Rand zusammen. Von Backenzähnen sind meistens $\frac{4}{4}\, p\, \frac{1}{1}\, m$ vorhanden; sie sind alle ungefähr gleich, gewöhnlich von ähnlicher Form wie die Lückenzähne der Raubtiere oder einfach kegelförmig; sie sind verhältnismäßig schwach. Die Milchzähne sind rudimentär; sie werden entweder schon im Mutterleibe oder bald nach der Geburt gewechselt.

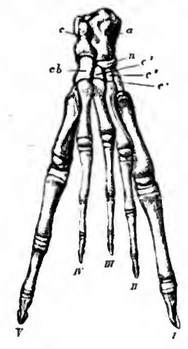


Fig. 663. Hinterfuß eines jungen See-Elephanten. *a* Sprungbein, *c* Fersenbein, *n* Centrale, c^1—c^3 Cuneiforme (Tarsale) Nr. 1—3, *cb* Cuboideum; *I*—*V* erste bis fünfte Zehe. — Nach Flower.

Von anderen Charakteren sei angeführt, daß der hinterste Teil des Schädels sehr breit ist, während der zwischen den Augenhöhlen gelegene Teil in der Regel stark zusammengedrückt ist. Der Unterkiefer ist in der Regel schwach. Tränenbein und Tränenkanal fehlen, die Tränendrüse ist klein, die Harder'sche Drüse wohlentwickelt. Der Fruchtkuchen ist wie bei den Raubtieren ringförmig.

Die Robben sind Tiere von ansehnlicher, nicht selten sogar riesiger Größe, die im Meere leben (einzelne auch in großen Seen, so im Caspischen Meer), wo sie sich mit der größten Gewandtheit mittels des sehr biegsamen Hinterkörpers bewegen, wobei die großen, nach hinten gerichteten Hinterfüße ungefähr wie die Schwanzflosse eines Fisches fungieren. Häufig gehen sie jedoch aufs Land, um sich auszuruhen, um zu gebären etc.; sie halten sich aber stets in unmittelbarer Nähe des Wassers auf und bewegen sich nur mühsam auf dem Lande fort; Ohrenrobben und Walrosse können noch auf allen vier Füßen gehen, die echten Seehunde hüpfen aber ungemein schwerfällig fort, indem sie den Rücken krümmen und sich mit dem Hinterkörper abstoßen (sie ruhen dabei mit der Bauchseite auf der Erde; die Vordergliedmaßen werden bei der Bewegung meistens nicht benutzt). Ihre Nahrung besteht in Fischen und niederen Meerestieren (Krebse, Muscheltiere, Tintenfische). Sie leben gewöhnlich in Polygamie; das Männchen ist häufig, wie bei manchen anderen polygamen Tieren, bedeutend größer als das Weibchen. Sie gehören besonders den kälteren und temperierten Teilen der Erde an.

1. Die Ohrenrobben (*Otariidae*). Mit kleinen äußeren Ohren. Hals lang. Vordergliedmaßen groß. Können auf den Füßen gehen, deren Unterseite nackt ist; alle Krallen der Vordergliedmaßen und Nr. 1 und 5 der Hintergliedmaßen sind rudimentär oder sehr klein, während die Krallen der Zehen Nr. 2—4 der Hinterfüße wohlentwickelt sind. Die Männchen sind stets viel größer als die Weibchen. — Diese Abteilung steht den

Raubtieren im ganzen am nächsten; manche der Eigentümlichkeiten, welche die Ordnung der Flossenfüßler jenen gegenüber auszeichnen, sind bei den Ohrenrobben weniger ausgeprägt. — Hierzu die unter dem Namen „Seelöwen“ bekannten Tierformen, deren Fell zum Teil ein ausgezeichnetes Pelzwerk liefert. Sie leben in den südlicheren Teilen der südlichen Halbkugel nnd in den nördlichen Teilen des Stillen Ozeans.

2. Das Walroß (*Trichechus* [*Odobaenus*] *rosmarus*) ist mit den Ohrrobben nächst verwandt, ist aber ohrenlos und hat sehr eigentümliche Zahnverhältnisse. Ebenso wie die Ohrenrobben kann sich das Tier auf die Füße stützen, deren Unterseite nackt ist, und auch die Ausbildung der Krallen entspricht derjenigen der Ohrenrobben (sämtliche Krallen der Vorderfüße und die 1. und 5. der Hinterfüße sind rudimentär)[1]. Das junge Tier besitzt $\frac{3}{3}$ *i*, $\frac{1}{1}$ *c*, $\frac{4}{4}$ *b*; von diesen sind aber einige klein und fallen früh aus oder brechen gar nicht hervor, so daß das erwachsene Tier gewöhnlich von funktionierenden Zähnen $\frac{1}{0}$ *i*, $\frac{1}{1}$ *c*, $\frac{3}{3}$ *b* besitzt. Von diesen Zähnen ist der Oberkiefereckzahn ein langer, während des ganzen Lebens weiter wachsender schmelzloser Stoßzahn; die übrigen Zähne sind beim jungen Tier kegelförmig, während sie später flach abgekaut werden. Das Walroß ernährt sich u. a. von Muscheln, Würmern etc., die es mit den langen Zähnen aus dem Meeresboden aufwühlt. Sehr ansehnliche Form, die in den arktischen Gegenden zu Hause ist.

3. Echte Seehunde (*Phocidae*). Aeußere Ohren fehlen. Hals kurz. Vordergliedmaßen klein. Die Füße sind auf der Unterseite behaart, können gar nicht zum Gehen benutzt werden; Krallen meistens wohlentwickelt. Besonders in arktischen Gegenden.

a) Die Gattung *Phoca* besitzt $\frac{3}{2}$ *i* und zusammengedrückte, mehrspitzige Backenzähne. Hierzu der gemeine Seehund (*Ph. vitulina*) und die Ringelrobbe (*Ph. foetida*), beide an den deutschen Küsten etc. — Mit Phoca verwandt ist der graue Seehund (*Halichoerus grypus*), mit kegelförmigen Backenzähnen, häufig z. B. in der Ostsee.

b) Bei der Blasenrobbe oder Klappmütze (*Cystophora cristata*) setzen sich die Nasenhöhlen beim Männchen oben auf der Schnauze in eine weiche Ausstülpung fort, die im Zorn zu einer mächtigen Blase aufgeblasen wird, welche das Vorderende des Kopfes überhängt. $\frac{2}{1}$ *i*. In den arktischen Meeren. — Noch größer ist dasselbe Gebilde beim See-Elephanten (*C. proboscidea*), im Indischen und Großen Ozean, besonders in deren südlicheren Teilen.

10. Ordnung. **Cetacea, Wale.**

Die Wale sind ein zu ausschließlichem Aufenthalt im Meere eingerichteter und demgemäß umgebildeter Säugetier-Typus. Sie sind dieser Lebensweise viel einseitiger angepaßt als die übrigen Typen von Meeres-Säugetieren (Robben und Seekühe); die Anpassung ist so innig, daß die Wale für die oberflächliche unmittelbare Betrachtung weit mehr an Fische als an Säugetiere erinnern („Walfische“).

Die Leibesform ist fischartig; Kopf, Rumpf und Schwanz gehen sanft ineinander über, der Körper ist gegen beide Enden hin zugespitzt; von einem Hals ist keine Spur äußerlich zu entdecken; der Schwanz ist zusammengedrückt, für ein Säugetier außerordentlich kräftig entwickelt, sehr muskulös. Am Ende des Schwanzes befindet sich eine

1) Die drei wohlentwickelten Krallen der Hinterfüße werden zum Kratzen der Haut verwendet.

wagerechte Schwanzflosse, eine breite, nach beiden Seiten ausgezogene steife skeletlose Hautfalte. An der Rückenseite sitzt gewöhnlich ein kurzer, aufrechter, zusammengedrückter Hautfortsatz, die Rückenflosse. Die Haut ist glatt und glänzend; Haare (und Hautdrüsen) fehlen auf dem größten Teile des Körpers völlig, nur an gewissen Stellen des Kopfes, besonders in der Nähe der Mundränder, kann eine bescheidene Anzahl von Haaren, namentlich bei den Bartenwalen, vorhanden sein[1]); das Corium ist sehr dick und außerordentlich fetthaltig (Speck). Lippen fehlen. Von den Gliedmaßen sind nur die vorderen entwickelt (über die Rudimente der hinteren vergl. unten); sie sind zu krallenlosen, steifen, nur im Schultergelenk beweglichen Platten („Flossen“) ausgebildet, die Finger von einer gemeinsamen Haut umschlossen und ihre Grenzen äußerlich nicht erkennbar. Die Nasenlöcher sitzen hoch oben auf dem Kopf und sind bei den Zahnwalen zu einer gemeinsamen Oeffnung vereinigt; die Augen klein, äußere Ohren fehlen, die äußere Ohröffnung außerordentlich klein. Die Zitzen, eine auf jeder Seite sitzen in Gruben neben dem After.

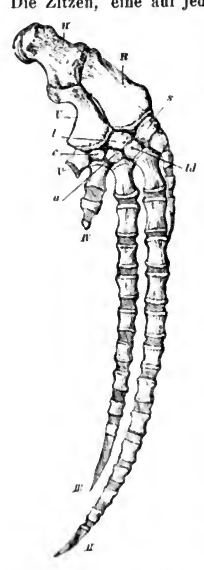


Fig 664. Rechte Vorderextremität eines Grindwals. *H* Humerus, *R* Radius. *U* Ulna; *s* Naviculare. *l* Lunatum, *c* Triquetrum; *td* Multang. minus, *u* Hamatum; *II–IV* zweiter bis vierter Finger, *V* fünfter Mittelhandknochen. — Nach Flower.

Die Halswirbelpartie ist sehr kurz, besteht aber aus den gewöhnlichen 7 Wirbeln, von denen meistens einige verwachsen sind (zuweilen, so beim Polarwal, sind sie sogar alle verwachsen; bei den meisten Furchenwalen und einigen Zahnwalen sind sie dagegen alle frei); die Halswirbelkörper sind abgeplattete Scheiben. Nur eine sehr geringe Anzahl von Rippen verbindet sich mit dem kurzen Brustbein. Die Lendenwirbelpartie zeichnet sich durch ihre bedeutende Länge aus; Beckenwirbel sind nicht unterschieden. Die ganze Wirbelsäule (mit Ausnahme der Halswirbel) ist sehr biegsam, die Bandscheiben zwischen den Wirbeln dick. Die Kiefer sind stark verlängert; das Jochbein bei den Zahnwalen gewöhnlich sehr dünn; die Nasenbeine sehr kurz, oft rudimentär (am besten bei den Bartenwalen entwickelt). Das Schulterblatt ohne Kamm; Schlüsselbeine fehlen. Wie oben erwähnt, sind die Knochen der Vordergliedmaßen unbeweglich miteinander verbunden. Es sind 4 oder 5 Finger vorhanden; von Interesse ist es, daß die Anzahl der Glieder in einigen derselben stets größer ist als drei (bisweilen, siehe Fig. 664, ist die

1) Man findet allgemein bei den Bartenwalen eine verhältnismäßig ansehnliche Anzahl (bis 100) Haare am Kopfe. Bei den meisten Zahnwalen sind im Embryonalzustande jederseits 2–8 Haare am Oberkiefer in der Nähe des Mundrandes vorhanden, die sich allgemein auch noch beim Erwachsenen finden (oder auch nur die Haarbälge).

Gliederzahl in einigen Fingern sogar sehr groß). Die Glieder sind nur teilweise verknöchert (wie bei den Jungen der anderen Säugetiere). Es findet sich ein Ueberrest des Beckens in Form von zwei Knochen, einem auf jeder Seite, die weder miteinander noch mit der Wirbelsäule in Verbindung treten; bei gewissen Bartenwalen sind außerdem Rudimente des Skelets der Hintergliedmaßen, von Femur und Tibia, im Fleische versteckt, vorhanden. — Tränendrüse und Tränenkanal fehlen, eine Hardersche Drüse ist dagegen vorhanden und zwar wohlentwickelt (ihr Secret hat eine fettartig-schleimige Beschaffenheit). — Die Nasenhöhlen sind bei den Bartenwalen ein Paar schräge, bei den Zahnwalen ein Paar fast senkrechte Röhren; bei den Bartenwalen sind rudimentäre Nasenmuscheln und schwache Riechnerven vorhanden, bei den Zahnwalen fehlen die Nasenmuscheln (während Riechnerven zuweilen vorhanden sind, zuweilen fehlen). — Bei den Zahnwalen finden sich in der Regel zahlreiche Zähne, die meistens alle ungefähr gleichgebildet, kegelförmig sind; ein Zahnwechsel fehlt. Bei den Bartenwalen sind im Embryonalzustande Zähne (von ähnlicher Form wie bei den Zahnwalen) vorhanden, die aber klein sind und niemals hervorbrechen, sondern wieder aufgelöst werden. Die Barten, die diese Tiere im Munde besitzen, sind zwei Längsreihen von mächtigen, quergestellten, senkrecht vom Gaumendach herabhängenden Hautfalten, die mit einer stark entwickelten, die Hauptmasse der Barte bildenden Hornschicht bekleidet sind. Jede Barte stellt demnach eine dreieckige, feste Hornplatte dar, die größtenteils solid ist, an der Basis aber eine spaltförmige Höhlung besitzt, in welcher der weiche Teil der Barte, der aus Bindegewebe und der Schleimschicht des Epithels bestehende „Bartenkeim", seinen Platz hat. Die Barte hat drei Ränder, einen kürzeren oberen, der sich mit dem Gaumen verbindet, einen äußeren glatten geraden Rand und einen inneren stark aufgefaserten schrägen Rand, welcher der längste ist; in dem inneren Teil der Barte finden sich mehrere, bis auf die Basis der Barte reichende senkrechte Einschnitte. Die Barten, von denen die vordersten und die hintersten jeder Reihe die kleinsten sind, liegen jederseits ziemlich dicht aneinander und füllen einen großen Teil der Mundhöhle aus. Bei geschlossenem Munde werden die Barten vom Unterkiefer verdeckt. Sie haben die Bedeutung eines Seihapparats: die Bartenwale schwimmen mit klaffend geöffnetem Munde eine Strecke weit durchs Wasser, schließen darauf den Mund, und das Wasser sickert dann zwischen den Barten nach außen, während die im Wasser enthaltenen Organismen von den am inneren Rand der Barten befindlichen Fasern zurückgehalten werden, die zusammen eine filzige Wand an jeder Seite im Munde bilden. Die Barten sind als außerordentlich stark entwickelte Gaumenfalten (vergl. S. 652) aufzufassen. — Die Speicheldrüsen sind rudimentär oder fehlen, der Magen hat einen zusammengesetzten Bau. Der Kehlkopf ist bei den Zahnwalen zu einem aufrechten hohen Zapfen verlängert, der vorn von dem stark entwickelten Gaumensegel umfaßt wird; die Nahrung gleitet zu beiden Seiten des Zapfens in die Speiseröhre hinab. Die Hoden bleiben in der Bauchhöhle.

Die Wale sind fast alle Meerestiere, manche leben auf dem offenen Meer; einige wenige leben in Flüssen. Sie bewegen sich in ähnlicher Weise wie die Fische durch Schläge des Schwanzes und gehen nie freiwillig aufs Land. Sie sind imstande, sich ziemlich lange Zeit unter Wasser aufzuhalten, ohne zu ersticken ($^3/_4$ Stunden, vielleicht mehr).

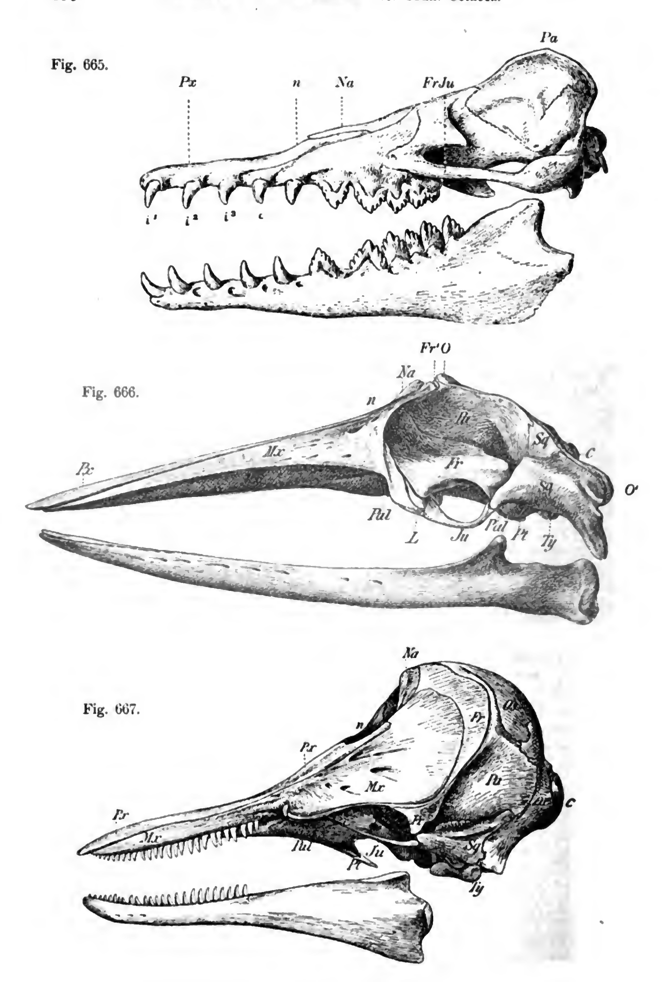


Fig. 665.

Fig. 666.

Fig. 667.

Fig. 665. Schädel eines *Zeuglodon* (s. S. 699), verkleinert. — Nach Stromer.
Fig. 666. Schädel eines Bartenwals (*Balaenoptera rostrata*). $^1/_{15}$. — Orig.
Fig. 667. Schädel eines Zahnwals (*Delphinus*). $^1/_4$—$^1/_5$. — Orig.
Gemeinsame Bezeichnung: *C* Hinterhauptsgelenkhöcker, *c* Eckzahn, *Fr* Stirnbein, *Fr'* oberstes Ende des Stirnbeins (hinter demselben streckt sich in Fig. 666 das Scheitelbein vor dem Hinterhauptsbein hinauf), i^1—^{3} Vorderzähne, *Ju* Jochbein, *L* Tränenbein, *Mx* Oberkieferbein, *n* Nasenloch, *Na* Nasenbein, *O* vorderstes Ende des Hinterhauptsbeins, *O'* seitlicher Flügel desselben, *oe* seitliches Hinterhauptsbein, *Os* oberes Hinterhauptsbein, *Pa* Scheitelbein, *Pal* Gaumenbein, *Pt* Flügelbein, *Px* Zwischenkieferbein, *Sq* Schuppenbein, *Ty* Paukenbein.

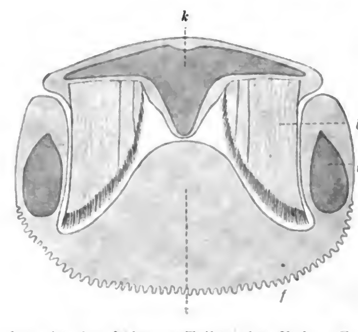


Fig. 668. Querschnitt des vorderen Teiles des Kopfes eines Bartenwals (*Balaenoptera*), schematisiert. *b* Barte, *f* Furchen der Haut, *k* vorderer Teil des Schädels, *u* Unterkiefer, *z* Zunge. — Nach Yves Delage, geändert.

Ihre Nahrung besteht besonders aus Fischen und niederen Seetieren (Tintenfischen, Plancton), einige Zahnwale nehmen auch kleinere Wale und Seehunde. Sie leben in allen Meeren, die größeren Formen jedoch besonders in den kälteren Teilen der Erde. Zu dieser Abteilung gehören die größten aller tierischen Geschöpfe [1]). Die Jungen haben bei der Geburt bereits eine sehr ansehnliche Größe, bisweilen fast die Hälfte der Länge der Mutter.

1. Unterordnung. **Mystacoceti, Bartenwale.**

Zahnlos, mit Barten versehen. Zwei äußere Nasenlöcher, die weiter vorn sitzen als bei den Zahnwalen. Das Brustbein nur mit einem einzigen Rippenpaare verbunden. Schädel außerordentlich groß, symmetrisch; Nasenbeine verhältnismäßig wohlentwickelt Sie ernähren sich von verschiedenen scharenweise lebenden kleinen Meerestieren (Euphausien, Copepoden etc.), manche Furchenwale außerdem noch von kleineren Fischen. Hierzu die größten Wale.

1. Die Furchenwale (*Balaenopteridae*). Mit Rückenflosse. Auf der Unterseite des Kopfes und des Rumpfes zahlreiche tiefe Längsfurchen [2]). Langgestreckte Tiere mit verhältnismäßig kleinem Kopf und kurzen Barten; schmale Brustflossen. Hierzu der Blauwal (*Balaenoptera Sibbaldii*), der eine Länge von gegen 30 m erreicht, und der etwas kleinere Finnwal

1) Für einen Blauwal von 22,32 m Länge hat man das Körpergewicht auf etwa 74 000 kg berechnet — und die Blauwale können noch größer sein und werden an Masse noch vom Grönlandswal übertroffen.

2) Die Haut in den Furchen ist weich und nachgiebig, zwischen denselben hart; die Furchen haben offenbar die Bedeutung, die Erweiterung der Mundhöhle zu erleichtern, wenn letztere mit Wasser gefüllt wird.

(*B. musculus*), die beide an den Færöern und Island den Gegenstand einer regelmäßigen Fischerei bilden. Weit kleiner (höchstens bis 10 m) ist der Zwergwal (*B. rostrata*), ebenfalls im nördlichen Atlantischen Meer. Der sehr ansehnliche Buckelwal (*Megaptera boops*), mit niedriger, buckelförmiger Rückenflosse und mit sehr langen Brustflossen, ist weniger gestreckt als die meisten übrigen Furchenwale; wird unter anderem an der Küste Norwegens ziemlich regelmäßig angetroffen.

2. Die Glattwale (*Balaenidae*). Keine Rückenflosse. Keine Furchen auf der Unterseite. Körper weniger gestreckt, Kopf verhältnismäßig sehr groß, Barten lang und schmal, Brustflossen breit. Hierzu der bis 20 m lange, kolossale Grönlands- oder Polarwal (*Balaena mysticetus*), bei Grönland etc.; jetzt an Zahl stark reduziert. Der Nordkaper (*B. biscayensis*), dem Grönlandswahl sehr ähnlich, etwas südlichere Form (im nördlichen Atlantischen Meer).

2. Unterordnung. **Odontoceti, Zahnwale.**

Mit Zähnen versehen, keine Barten. Aeußere Nasenlöcher zu einem einzigen[1]) vereinigt, das oben auf dem Kopfe weit nach hinten zu sitzt. Das Brustbein ist mit mehreren Rippenpaaren verbunden. Die Gesichtspartie des Schädels deutlich asymmetrisch; Nasenbeine rudimentär. Ernähren sich meistens von Fischen und Tintenfischen.

1. Die Delphine (*Delphinus*) haben eine zugespitzte schnabelförmige Schnauze, die durch eine Furche von der Stirn abgegrenzt ist; zahlreiche (20 und mehr) kleine kegelförmige Zähne in jeder Kieferhälfte; eine hohe Rückenflosse. Tiere von ca. 3 m Länge. Mehrere Arten kommen in den europäischen Meeren vor. — Verwandt ist das Meerschwein oder der Braunfisch (*Phocaena communis*), $1^1/_2$ m lang, mit kurzer,

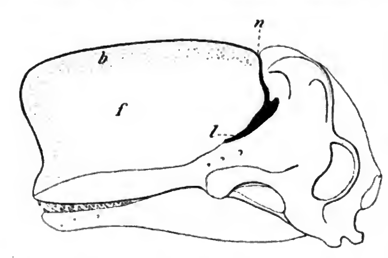


Fig. 669. Schädel des Grindwals von der linken Seite, mit der großen, der Schnauze aufliegenden Fettmasse; letztere in der Mittellinie durchschnitten. *f* weiche Fettmasse, *b* feste bindegewebige Schicht unterhalb der durch eine dicke schwarze Linie angedeuteten Epidermis, *n* Nasenloch, *l* Luftsäckchen vom Nasenloch ausgehend. — Nach Murie.

stumpfer Schnauze, zusammengedrückten Zähnen (ca. 25 in jeder Kieferhälfte); häufig in den europäischen Meeren. — Der Grindwal (*Globiocephalus melas*) ist nur im vordersten Teil jedes Kiefers mit Zähnen ausgestattet; der Kopf (Fig. 669) ist vorn dick und abgerundet, mit ganz kurzer vorstehender spitzer Schnauze; bis etwa 6 m lang. Wird bei den Færöern regelmäßig gefangen; zufälliger Gast — wie manche andere

1) Bei den Zahnwalen, nicht aber bei den Bartenwalen, finden sich sackförmige Ausstülpungen sowohl des kurzen unpaarigen äußeren Nasenganges wie des oberen Teiles der paarigen Nasengänge (Fig. 669, *l*).

Wale — in der Nord- und Ostsee. Ernährt sich besonders von Tintenfischen. — Der Butzkopf oder Schwertfisch (*Orca gladiator*) ist etwas größer als der Grindwal, mit sehr hoher Rückenflosse (daher der Name Schwertfisch) und ca. 12 kräftigen, kegelförmigen Zähnen in jeder Kieferhälfte; ernährt sich von Meerschweinen, Seehunden und Fischen; m nördlichen Atlantischen Ozean.

2. Von mehr abweichenden Zahnwalen seien angeführt: Der Pottwal oder Cachelot (*Physeter macrocephalus*), ein großer Wal mit kolossalem Kopf; auf der platten Schnauzenpartie des Schädels liegt eine ungeheure Fettmasse[1]) (aus der Walrat gewonnen wird); starke, kegelförmige Zähne im Unterkiefer, rudimentäre im Oberkiefer. Weit verbreitet, ist auch einige Male in der Nordsee gefangen worden. — Verwandt ist der Dögling (*Hyperoodon diodon*) mit schmaler, spitzer Schnauze, der Kopf dahinter besonders beim alten Männchen stark gewölbt; fast zahnlos (nur ein größerer und ein kleinerer Zahn vorn in jeder Unterkieferhälfte, außerdem einige rudimentäre Zähne oben und unten); im nördlichen Atlantischen Ozean, z. B. ziemlich häufig bei den Færöern, zufälliger Gast in der Nord- und Ostsee. — Der Narwal (*Monodon monoceros*) ist dadurch ausgezeichnet, daß das Männchen vorn im linken Oberkiefer einen sehr langen, geraden, nach vorn gerichteten, schraubig gewundenen Stoßzahn besitzt, der weit aus dem Munde hervorragt; im rechten Oberkiefer ein ähnlicher, aber weit kleinerer Zahn, der im Kieferknochen versteckt bleibt, sonst zahnlos[2]) (beim Weibchen sind beide Zähne in den Kiefern eingeschlossen)[3]). — Als Beispiel der im Süßwasser lebenden Zahnwale erwähnen wir den merkwürdigen Gangesdelphin (*Platanista gangetica*), der lange, dünne Kiefer mit zahlreichen spitzen Zähnen besitzt; die Augen rudimentär, ohne Linse; das Skelet in mehrfacher Beziehung eigentümlich. Das Tier, das nur 2—3 m lang wird, lebt im Ganges, Indus etc. Ein paar verwandte Flußwale in Südamerika.

Die ältesten bekannten Wale sind die eocänen **Zeuglodonten,** die in mancher Beziehung von allen jetztlebenden Walen abweichen und sich den Landsäugetieren (besonders, wie es scheint, den Raubtieren oder den Flossenfüßlern) nähern. Die äußeren Nasenöffnungen (Fig. 665, *n*) liegen weiter vorn auf dem Kopfe, und die Nasenbeine sind viel länger als bei den Walen der Jetztzeit. Die Zwischenkieferbeine, die bei diesen immer nur einen unbedeutenden Teil des Kieferrandes bilden (Fig. 666 und 667) und stets zahnlos sind, nehmen bei den Zeuglodonten einen ansehnlichen Teil davon ein und sind zahntragend; die Scheitelbeine, die bei den jetztlebenden nicht (Zahnwale) oder nur in geringerer Ausdehnung (Bartenwale) sich oben auf dem Kopfe begegnen, stoßen bei den Zeuglodonten oben zusammen, ähnlich wie bei anderen Säugetieren; es ist ein großer Scheitelkamm etc. vorhanden, überhaupt ist der Schädel in vieler Hinsicht einem gewöhnlichen Säugetierschädel ähnlich. Der Zähne sind wenige an Zahl, Vorder-, Eck- und die vorderen Backenzähne kegelförmig, aber die hinteren Backenzähne sind zusammengedrückte Sägezähne wie bei Raubtieren

1) An derselben Stelle findet sich auch bei anderen Zahnwalen eine dünnere oder dickere Fettschicht, die z. B. beim Grind stark entwickelt ist und dem Kopf dieses Tieres seine gewölbte Form verleiht (Fig. 669).

2) Einige wenige rudimentäre Zähne können im Oberkiefer hinter dem Stoßzahn vorhanden sein.

3) Der Cachelot, der Dögling und der Narwal ernähren sich zum großen Teil von Tintenfischen.

und Seehunden. Die Halswirbel sind länger als bei den jetztlebenden Walen und nicht verwachsen. Zwischen Ober- und Unterarm ein ordentliches Gelenk. (Hintergliedmaßen unbekannt).

Jünger als die Zeuglodonten ist die Gattung *Squalodon* (Miocän), die sich weit enger an die jetztlebenden Zahnwale anschließt, von denen sie sich jedoch noch durch den zahntragenden Zwischenkiefer und dadurch unterscheidet, daß die hintersten Zähne Sägezähne sind. Sonst ist Squalodon in der Hauptsache (soweit man ihn kennt) ein Zahnwal: zahlreiche Zähne, Schädel ganz von Zahnwaltypus.

11. Ordnung. **Edentata, Zahnarme.**

Bei den Edentaten sind die Zähne, wenn solche überhaupt vorhanden sind, stets ziemlich unvollkommen entwickelt, bilden keine geschlossene Zahnreihe und sind stets schmelzlos; sie sind gewöhnlich alle ungefähr gleich und wurzellos. Schneidezähne fehlen (nur bei einem einzelnen Gürteltier ist der hinterste Schneidezahn im Obermunde vorhanden). Ein Zahnwechsel findet in der Regel nicht statt. Die Krallen sind gewöhnlich lang, gebogen, sehr kräftig. — Zu dieser Ordnung gehört eine Anzahl recht verschiedener Formen, die meist in den heißen Ländern zu Hause sind.

1. Die Faultiere (*Bradypus* etc.). Der Körper ist mit langen, groben Haaren dicht bekleidet. Der Kopf ist rund, äußere Ohren sehr klein. $\frac{5}{4}$ zylindrische Zähne. Vordergliedmaßen länger als die Hintergliedmaßen. An jenen finden sich drei Finger (Nr. 2—4) oder nur zwei (Nr. 2—3), an den Hintergliedmaßen stets drei Zehen (Nr. 2—4). Sowohl Finger als Zehen sind bis an das Krallenglied, das gegen die Hand- resp. Fußfläche eingeschlagen werden kann, in eine gemeinsame Haut eingeschlossen; die Krallen sind ungemein lang und kräftig, sichelförmig. Schwanz rudimentär. Ausschließlich kletternde Tiere, die sich von Blättern ernähren. Süd- und Zentralamerika.

2. Die ausgestorbenen Megatherien oder Riesenfaultiere (*Megatherium*, *Mylodon* etc.) nehmen ungefähr eine Mittelstellung zwischen der vorhergehenden und der folgenden Gruppe ein, indem sie in den Verhältnissen des Kopfes und der Zähne den Faultieren ähnlich sind, während die Wirbelsäule, die Gliedmaßen (von denen die hinteren ungefähr dieselbe Länge wie die vorderen besitzen) und der lange, kräftige Schwanz den entsprechenden Teilen der Ameisenfresser ähnlich sind. Es waren pflanzenfressende Tiere, meistens von bedeutender Größe (die größten übertreffen das Nashorn), von außerordentlich plumpem Bau, mit sehr massiven Knochen; einige besaßen kleine knöcherne Knoten in der Haut. Ihre Ueberreste hat man an verschiedenen Stellen Amerikas in quaternären Schichten gefunden.

3. Die Ameisenfresser (*Myrmecophaga*) sind mit feineren oder gröberen Haaren bekleidet, der Kopf ist mehr oder weniger gestreckt, zuweilen sehr lang, Zähne fehlen, die Mundöffnung ist sehr klein, die Zunge wurmförmig, sehr lang, die Unterkieferspeicheldrüsen von ungewöhnlicher Größe. Vorderfuß zum Umgreifen eingerichtet; der 3. Finger sehr groß, mit langer, sichelförmiger Kralle, die anderen Finger kleiner oder sogar rückgebildet. Der Hinterfuß mit 4—5 ungefähr gleichen Zehen mit kräftigen Krallen. Schwanz lang. Sie ernähren sich von Insecten, z. B. Termiten, die an der langen, vom Speichel klebrigen Zunge hängen bleiben. Südamerika. Die meisten Arten sind kletternde Tiere, und

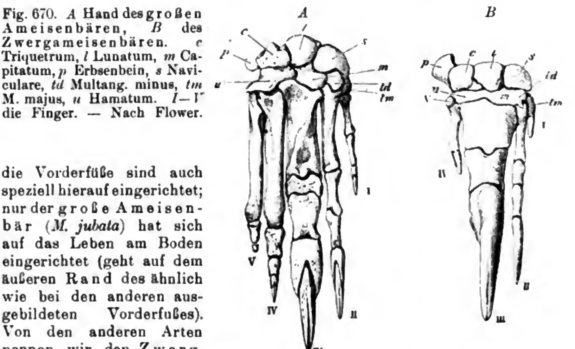


Fig. 670. *A* Hand des großen Ameisenbären, *B* des Zwergameisenbären. *c* Triquetrum, *l* Lunatum, *m* Capitatum, *p* Erbsenbein, *s* Naviculare, *td* Multang. minus, *tm* M. majus, *u* Hamatum. *I—V* die Finger. — Nach Flower.

die Vorderfüße sind auch speziell hierauf eingerichtet; nur der große Ameisenbär (*M. jubata*) hat sich auf das Leben am Boden eingerichtet (geht auf dem äußeren Rand des ähnlich wie bei den anderen ausgebildeten Vorderfußes). Von den anderen Arten nennen wir den Zwerg-Ameisenbären (*M. didactyla*) mit Greifschwanz und nur zwei krallentragenden Fingern.

4. Bei den Gürteltieren (*Dasypodidae*) ist die Oberseite des Rumpfes mit großen, plattenförmigen Schuppen versehen, die voneinander durch weiche Furchen getrennt sind (in denen zerstreute Haare vorhanden sein können), während ihre äußere Fläche stark verhornt ist; in jeder Schuppe findet sich eine große Hautverknöcherung. Diese Schuppen bilden über dem mittleren Teil des Rückens mehrere durch weiche Hautpartien getrennte Querreihen, während sie vorn und hinten auf dem Rücken dichter aneinander liegen; die entsprechenden Hautverknöcherungen sind an den letztgenannten Stellen, und ebenso diejenigen jeder Querreihe, eng miteinander verbunden und bilden so einen großen, knöchernen Schild vorn und hinten auf dem Rücken und eine verschiedene Anzahl (3—12) knöcherne Halbringe mitten über dem Rücken. Auch an der Oberseite des Kopfes, an den Gliedmaßen und auf dem Schwanz finden sich ähnliche Schuppen wie auf dem Rücken; dagegen fehlen sie auf der behaarten Bauchseite. Die Zähne zylindrisch, oft ziemlich zahlreich; der Kopf länglich mit recht wohlentwickelten äußeren Ohren, die Beine niedrig, mit kräftigen Krallen (das Tier tritt mit der Fußsohle auf). Es sind grabende, wesentlich insectenfressende Tiere, ziemlich klein oder von mittlerer Größe; einige können sich zusammenrollen. Südamerika und südliches Nordamerika. — Verwandt sind die ausgestorbenen Glyptodonten, bei denen alle Rückenplatten miteinander unbeweglich zu einem großen, dicken, gewölbten Panzer verbunden waren; es waren ungemein plumpe Tiere von ansehnlicher Größe, bei denen große Partien der Wirbelsäule verwachsen waren. Quaternär. Südamerika.

5. Die Erdferkel (*Orycteropus*) sind spärlich behaarte Tiere von ziemlicher Größe, mit langer Schnauze und Zunge, kleiner Mundöffnung, großen Ohren, kräftigem Schwanz, starken, aber nicht sehr langen Krallen; sie besitzen Zähne von eigenartigem Bau. Afrika.

6. Die Schuppentiere (*Manis*) sind besonders dadurch ausgezeichnet, daß der größte Teil des Körpers (mit Ausnahme der Unterseite des Kopfes und Rumpfes) mit großen, stark verhornten, dachziegelförmigen

Schuppen bedeckt ist, zwischen denen einige Haare stehen. Der Kopf ist länglich, äußere Ohren klein, die Mundöffnung ist klein, die Zunge lang, Zähne fehlen; der Schwanz ist kräftig ausgebildet (sie können an demselben hängen); Krallen sehr kräftig, sichelförmig. Insectenfresser, kletternde Tiere, in den tropischen Teilen der alten Welt. Sie erinnern an die Ameisenfresser.

12. Ordnung. **Rodentia, Nagetiere.**

Die Ordnung der Nager ist in erster Linie durch das eigentümlich ausgebildete Gebiß charakterisiert. Eckzähne fehlen stets; von Schneidezähnen findet sich im Unterkiefer jederseits nur einer, der seinen Platz am vorderen Ende des Kiefers, dicht an dem entsprechenden der anderen Kieferhälfte, hat; im Zwischenkiefer findet sich ebenfalls meist nur ein Schneidezahn, der ähnlich wie der des Unterkiefers sitzt (nur bei der Hasenfamilie findet sich noch ein oberer Schneidezahn, hinter dem anderen). Die Schneidezähne sind lang, wurzellos, ungefähr vierseitig prismatisch, bogenförmig gekrümmt; nur an der Vorderseite und an dem angrenzenden Teil der Seitenflächen sind sie mit Schmelz bekleidet[1]), der an der Oberfläche zuweilen rotbraun ist; das freie Ende des Zahnes ist durch die Abnutzung beim Gebrauch schräg abgeschliffen, meißelförmig. Die Schneidezähne des Zwischenkiefers sind stärker als die des Unterkiefers gebogen; sowohl oben wie unten erstreckt sich ihr im Kiefer versteckter Teil weit nach hinten, im Unterkiefer sogar meist unter sämtlichen Backenzähnen hin bis in den allerhintersten Teil des Kiefers hinein; bei der Hasenfamilie reicht der Schneidezahn des Unterkiefers jedoch nur bis an das vorderste Ende der Backenzahnreihe (Fig. 671 *A*). Zwischen Schneide- und Backenzähnen ist stets ein großer, zahnloser Zwischenraum. Die Form der Backenzähne ist bei den Nagern eine sehr verschiedene. Bei

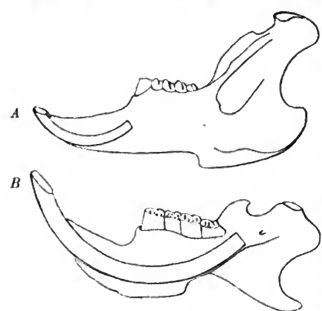


Fig. 671. Rechte Unterkieferhälfte, *A* des Kaninchens, *B* des Aguti, von der inneren Seite. Zahnhöhle des Schneidezahns in ihrer ganzen Länge aufgemeißelt, um die sehr verschiedene Länge des Zahnes zu zeigen. *B* vertritt das gewöhnliche Verhalten der Nager. — Orig.

einigen haben sie eine kurze, höckerige oder mit niedrigen Querkämmen versehene Krone und wohlentwickelte Wurzeln (Maus, Ratte); bei anderen sind zwar Wurzeln wie bei jenen vorhanden, die Zahnkrone ist aber länger und sowohl von oben nach unten wie an den Seiten gefaltet; bei anderen sind wieder die Wurzeln ganz kurz

1) Bei der Hasenfamilie findet sich Schmelz ringsum, an der Hinterseite des Zahnes ist die Schicht jedoch sehr dünn.

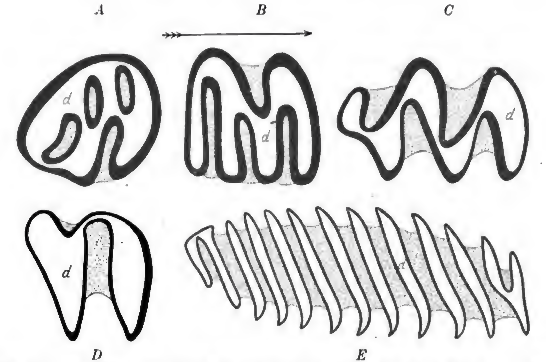


Fig. 672. Kaufläche verschiedener gefalteter Nager-Backenzähne. *A* Myopotamus, *B* Biber, *C* Arvicola, *D* Cavia, *E* Hydrochoerus (letzter Oberkieferzahn). In *A* sieht man drei Cement-Inseln (Vertiefungen in der Zahn-Oberfläche) und eine tiefe cementerfüllte Furche, in *B—D* finden sich allein solche Seitenfurchen, in *E* ist fast der ganze Zahn in Platten gespalten, die von Cement zusammengehalten werden. Dentin (*d*) weiß, Schmelz schwarz, Cement punktiert. Die Schmelzstreifen stehen in der Hauptsache überall quer zur Längsrichtung des Kiefers (der Pfeil). — Orig.

in Vergleich mit der langen, gefalteten Zahnkrone. Endlich sind bei zahlreichen Nagern die Backenzähne wurzellos, an beiden Seiten mit tiefen, senkrecht verlaufenden Falten versehen, die sich mehr oder weniger tief in den Zahn hinein erstrecken und teilweise oder ganz mit Cement gefüllt sind; an der Kaufläche erscheinen dann Quer- oder Schrägstreifen von Schmelz mit Cement und Dentin dazwischen. Seltener sind die wurzellosen Backenzähne der Nager sogar (vergl. die Backenzähne der Elephanten) in eine Reihe senkrechter Querplatten mit Cement dazwischen geteilt. Diese verschiedene Ausbildung der Zähne steht zu der verschiedenartigen Lebensweise in naher Beziehung, die kurzkronigen Backenzähne halten nur eine verhältnismäßig geringe Abnutzung aus, die anderen eine größere oder sehr große. Die Anzahl der Zähne ist höchstens, bei den Hasen, $\frac{3}{2}$ *p*, $\frac{3}{3}$ *m*; bei anderen ist die Zahl mehr oder weniger reduziert, und zwar fast stets vom vorderen Ende der Zahnreihe aus, wie aus der nebenstehenden Liste hervorgehen wird, bei einigen sogar so weit, daß alle Prämolaren [1]) fehlen; nur bei ganz wenigen Formen (z. B. der zur Mäusefamilie gehörigen *Hydromys*) fehlt auch ein Molar, nämlich der hinterste, m^3.

Zahnformeln:

Hase . . .	$\frac{3}{2}$ *p*,	$\frac{3}{3}$ *m*.
Eichhorn .	$\frac{2}{1}$ „	$\frac{3}{3}$ „
Biber . . .	$\frac{1}{1}$ „	$\frac{3}{3}$ „
Sminthus .	$\frac{1}{0}$ „	$\frac{3}{3}$ „
Mus . . .	$\frac{0}{0}$ „	$\frac{3}{3}$ „
Hydromys .	$\frac{0}{0}$ „	$\frac{2}{2}$ „

1) Wie gewöhnlich fehlen auch die entsprechenden Milchzähne, und da die Vorderzähne der Nager (abgesehen von den Hasen) keine Vorläufer haben, so fällt bei Nagern, die keine Prämolaren besitzen, der Zahnwechsel gänzlich aus.

Während die Gelenkfläche am Schädel für den Unterkiefer bei den meisten Säugetieren eine quergestellte Fläche oder Grube ist, stellt sie bei den meisten Nagetieren eine Längsfurche dar, so daß der Unterkiefer eine bedeutende Beweglichkeit von vorn nach hinten besitzt (beim Kauen wird der Unterkiefer vorwärts und rückwärts gezogen; die Schmelzstreifen der Backenzähne haben die entgegengesetzte Hauptrichtung, der Quere nach). — Die Füße sind im allgemeinen klein, krallentragend, und das Tier tritt in der Regel mit dem ganzen Fuß auf; der Daumen der Vorderfüße ist meistens rudimentär oder fehlt, während die anderen Finger und Zehen bei der Mehrzahl sämtlich vorhanden sind. — Bei mehreren Nagetieren finden sich innere Backentaschen, Ausstülpungen der Backen, die mit der Mundhöhle in Verbindung stehen; bei einzelnen sind ungefähr an derselben Stelle äußere, mit Haaren bekleidete Hauteinstülpungen (äußere Backentaschen) vorhanden [1]).

Die Nager bilden eine artenreiche, sehr verbreitete Gruppe von meistenteils kleineren Säugetieren, die fast ausschließlich Pflanzenfresser sind.

1. Die Hasenfamilie (*Leporidae*). $\frac{2}{1}$ *i*, $\frac{5-6}{5}$ *b*, der große Schneidezahn im Zwischenkiefer mit einer Furche; die Backenzähne wurzellos, gefaltet. Die Hasengattung (*Lepus*) mit $\frac{6}{5}$ *b*, langen Ohren, sehr kurzem Schwanz, langen Hintergliedmaßen [2]); hierzu der Feldhase (*L. europaeus*) [3]), durch den größten Teil Europas verbreitet, und der Schneehase (*L. timidus* oder *variabilis*), in den nördlichen Teilen Europas und Asiens, in Grönland und auf den Alpen und Pyrenäen; letzterer wird in kälteren Gegenden im Winter weiß; ferner das kurzbeinigere, grabende Kaninchen (*L. cuniculus*), in Südeuropa einheimisch, an manchen Stellen in Deutschland verwildert. Die Pfeifhasen (*Lagomys*) mit $\frac{5}{5}$ *b* [4]), kurzen Ohren, kürzeren Hintergliedmaßen als die Hasen, schwanzlos; in Sibirien und Nordamerika.

2. Die Eichhörnchen-Familie (*Sciuridae*). $\frac{5}{4}$ *b*, höckerig oder gefaltet, der vorderste Oberkieferbackenzahn sehr klein; Daumen rudimentär; Schwanz behaart. Hierzu das Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*) mit langem, buschigem Schwanz, Baumtier, ebenso wie die fliegenden Eichhörnchen (*Pteromys*), die durch den Besitz einer großen Hautfalte (Fallschirm) an den Seiten des Rumpfes zwischen Vorder- und Hintergliedmaßen ausgezeichnet sind (eine Art, *Pt. volans*, in Nord-Rußland). Die Murmeltiere (*Arctomys*) sind grabende Tiere, Winterschläfer, von gedrungenerem Bau, mit kurzen Ohren und kurzem Schwanz; eine Art (*A. marmota*) in den Alpen. Letzteren steht der Ziesel (*Spermophilus citillus*) in Ost-Europa (westlich bis nach Schlesien) sehr nahe. — Mit den Eichhörnchen verwandt ist der Biber (*Castor*

---

1) Bei den Säugetieren findet sich im Oberkieferknochen ein kürzerer oder längerer Kanal, der Oberkieferkanal (*Canalis infraorbitalis*), durch den ein größerer Nerv (der Oberkieferast des *Nervus trigeminus*) verläuft; die vordere Oeffnung des Kanals befindet sich vor der Augenhöhle und wird als *Foramen infraorbitale* bezeichnet. Bei den Nagern ist der Oberkieferkanal ganz kurz und in der Regel sehr weit, und es geht dann (außer dem Nerv) eine Portion des äußeren Kaumuskels (*Masseter*) durch ihn hindurch.

2) Die Fußsohlen sind anscheinend ganz behaart, in Wirklichkeit sind jedoch kleine Ballen vorhanden, die aber von den Haaren der angrenzenden Hautpartien überdeckt werden.

3) In manchen Büchern irrtümlich mit dem Namen *L. timidus* bezeichnet.

4) $\frac{3}{2}$ *p*, $\frac{2}{3}$ *m*.

fiber), ein Tier von ziemlich ansehnlicher Größe mit $\frac{4}{4}$ gefalteten Backenzähnen, kurzen Ohren, großem, abgeplattetem, beschupptem Schwanz und mit einer Schwimmhaut zwischen den Hinterzehen: schwimmt und gräbt vorzüglich; Rindenfresser. In Europa nur noch an wenigen Stellen und spärlich vorhanden, in Norwegen, Süd-Frankreich etc.; in Anhalt (an der Elbe und Mulde) noch ziemlich häufig. Eine verwandte Art (*C. canadensis*) in Nordamerika.

3. Die Schlafmäuse (*Myoxidae*). $\frac{4}{4}$ *b*, mit quer verlaufenden Schmelzstreifen; Daumen rudimentär; Schwanz lang, behaart. Erinnern äußerlich an Eichhörnchen oder Mäuse. In Deutschland leben von dieser Gruppe vier Arten, von denen der Siebenschläfer (*Myoxus glis*) die größte, die mäuseähnliche Haselmaus (*M. avellanarius*) die kleinste ist.

4. Die Springmaus-Familie (*Dipodidae*). $\frac{4}{3}$ *b*. Hierzu gehört die Streifenmaus (*Sminthus betulinus*) in Nord- und Ost-Europa, eine äußerlich ganz mäuseähnliche Form. Weiter die Springmäuse (*Dipus*), deren Hinterfüße stark verlängert sind, was namentlich von den Mittelfußknochen Nr. 2—4 gilt, die zu einem einzigen Knochen verschmolzen sind (die Zehen 1 und 5 sind klein oder fehlen); die Tiere treten nur mit den Zehen 2—4 des Hinterfußes auf und springen auf den Hinterextremitäten allein fort; der Schwanz ist lang, mit einem Haarbüschel am Ende; Steppentiere, Süd-Rußland, Asien, Afrika. Ferner der blinde, ohren- und schwanzlose Blindmoll (*Spalax typhlus*), der eine ähnliche Lebensweise führt wie der Maulwurf. Südöstliches Europa (z. B. Süd-Rußland) und West-Asien.

5. Die Mäusefamilie (*Muridae*). $\frac{3}{3}$ *b* (selten $\frac{2}{2}$ *b*, vergl. S. 703) von sehr verschiedenem Bau. Schwanz länger oder kürzer, beschuppt; Daumen rudimentär. In der Regel Tiere von geringer Größe. Graben.

a) Die Mäuse (*Mus*). Backenzähne höckerig, mit kurzer Krone und mit Wurzeln. Schwanz lang, schwach behaart. Ohren ziemlich groß. In Deutschland: die Waldmaus (*M. sylvaticus*), die Brandmaus (*M. agrarius*) und die Zwergmaus (*M. minutus*); eingewandert, an die Wohnungen des Menschen gebunden, sind: die Hausmaus (*M. musculus*), die Hausratte (*M. rattus*), jetzt selten, fast gänzlich von der später eingewanderten Wanderratte (*M. decumanus*) verdrängt. — Mit den Mäusen verwandt ist der bunt gefärbte Hamster (*Cricetus frumentarius*), mit Backentaschen und kurzem Schwanz; etwas größer als eine Ratte: Mittel-Europa.

b) Die Wühlmäuse (*Arvicola*). Backenzähne lang, wurzellos, mit tiefen Furchen an beiden Seiten (Kaufläche mit Schmelzschlingen, Fig. 672 *C*); selten finden sich kurze Wurzeln. Schwanz kürzer und mehr behaart als bei den Mäusen. Ohren kurz. Mehr ausschließlich Pflanzenfresser (Wurzel-, Rindenfresser etc.) als die echten Mäuse. Die wichtigsten deutschen Arten sind die folgenden: die Rötelmaus (*A. glareola*), bildet den Uebergang zu *Mus* (die Backenzähne mit kurzen Wurzeln); die Feldmäuse (*A. agrestis* und *arvalis*); die Wasserratte (*A. amphibius*); letztere ist von der Größe einer Wanderratte, die übrigen etwa wie eine Hausmaus. Nahe verwandt ist der Lemming (*Myodes lemmus*), mit sehr kurzem Schwanz und starken Vorderkrallen; in Skandinavien, berühmt wegen seiner Wanderungen. — Eine andere mit den Wühlmäusen verwandte Form ist die Bisam- oder Zibethratte (*Fiber zibethicus*), mit langem, zusammengedrücktem Schwanz; die Zehen mit steifen Haaren am Rande. Pelztier von ziemlich ansehnlicher Größe, im nördlichen Nord-

amerika, erinnert in seiner Lebensweise an den Biber; in Böhmen eingeführt, hat sich stark vermehrt; schädlich durch Zerstörung von Deichen etc.

6. Die Stachelratten-Gruppe (*Hystricomorpha*) ist eine aus zahlreichen, äußerlich sehr verschiedenen Nagern bestehende Gruppe, die besonders in charakteristischen Punkten des Schädelbaues übereinstimmen[1]). Backenzähne $\frac{4}{4}$, gestreift, mit oder ohne Wurzeln.

a) Der Schweifbiber (*Myopotamus coypu*) ist ein Wassertier von biberähnlichem Aussehen, aber kleiner und mit drehrundem Schwanz; die Zehen des Hinterfußes durch Schwimmhäute verbunden. Südamerika.

b) Die Stachelschweine (*Hystricidae*) sind dadurch ausgezeichnet, daß ein Teil der Haare zu steifen Stacheln, oft von enormer Stärke und bedeutender Länge, entwickelt sind. Tiere von recht beträchtlicher Größe. Hierzu das gemeine Stachelschwein (*Hystrix cristata*), in Süd-Europa.

c) Die Halbhufer (*Subungulata*). Krallen kurz, hufähnlich, Beine in der Regel hoch, häufig berühren nur die Zehen die Erde. Anzahl der Zehen an den Hinterfüßen verschieden; Vorderfüße mit vier wohlentwickelten Fingern und mit Daumenwarze oder ohne solche. Schwanz klein oder fehlt. Alle in Süd-(oder Zentral-)Amerika. Hierzu das Paka (*Coelogenys paca*) mit 5 Zehen, die Goldhasen oder Agutis (*Dasyprocta*), das gezähmte Meerschweinchen (*Cavia cobaya*), das Wasserschwein (*Hydrochoerus capybara*), alle mit 3 Zehen. Letzteres, das mit mächtigen wurzellosen Backenzähnen (Fig. 672 *E*) ausgestattet ist, ist der größte aller jetztlebenden Nager; es hat eine Schwimmhaut zwischen den Hinterzehen, schwimmt vorzüglich, lebt an den südamerikanischen Flüssen.

13. Ordnung. **Prosimiae, Halbaffen.**

Ebenso wie bei den Affen — mit denen die Halbaffen früher vereinigt wurden und denen sie in vielen Punkten ähnlich sind — ist der Daumen sowohl an der Hand wie am Fuß von den anderen Fingern (Zehen) getrennt und kann diesen gegenübergestellt werden. Gewöhnlich ist nur die Zehe Nr. 2 an den Hinterfüßen mit einer Kralle (wahrscheinlich zum Putzen) versehen, die anderen Zehen und Finger dagegen mit platteren Nägeln. Die Vordergliedmaßen sind kürzer als die Hintergliedmaßen, der Schwanz oft lang, die Behaarung meistens dicht. Das Skelet ist in manchen Punkten von dem der Affen abweichend, es ist z. B. keine hinten geschlossene knöcherne Augenhöhle vorhanden, die Augenhöhle steht vielmehr wie bei den übrigen Säugetieren mit der dahinter liegenden Schläfengrube in weit offener Verbindung (der Postorbitalbogen ist jedoch vorhanden); die Unterkieferäste sind gewöhnlich vorn getrennt; die Gesichtspartie des Schädels ist im Verhältnis zur hinteren, das Gehirn umschließenden Partie größer als bei den meisten Affen. — Von Zähnen finden sich höchstens: $\frac{2}{2}\,i$, $\frac{1}{1}\,c$, $\frac{3}{3}\,p$, $\frac{3}{3}\,m$; oft ist jedoch die Zahl eine geringere. Die Vorderzähne im Obermunde sind gewöhnlich klein, und vorn in der Mitte ist in der Regel ein zahnloser Zwischenraum zwischen ihnen vorhanden; im Unterkiefer sind Schneide- und Eckzähne ganz übereinstimmend, sie sind schmal und schräg nach vorn gerichtet; der Eckzahn des Oberkiefers hat die gewöhnliche Eckzahnform; die Prämolaren (alle oder

1) So ist z. B. das Foramen infraorbitale von kolossaler Größe, ebenso wie auch der Unterkiefer eine ausgeprägt eigentümliche Form besitzt.

Fig. 673. Rechter Hinterfuß eines Makis von der Unterseite. *1* Daumen, *2* Zehe Nr. 2 (mit Kralle). — Orig.

nur die vorderen) sind zusammengedrückt, dreikantig (der vorderste im Unterkiefer eckzahnähnlich), die übrigen Backenzähne spitzhöckerig oder mit je zwei Querkämmen. - Der Uterus ist mit zwei Hörnern versehen. — An der Brust findet sich ein Paar Zitzen, zuweilen außerdem ein Paar am Bauch.

Die Halbaffen sind kletternde Tiere, die sich von Früchten, Insecten, kleinen Wirbeltieren ernähren; sie sind gewöhnlich nur nachts in Bewegung. Sie leben ausschließlich in der alten Welt, eine ansehnliche Zahl auf Madagascar.

1. Die Makis oder Fuchsaffen (*Lemur*). Schnauze spitz, fuchsähnlich, Schwanz lang. $\frac{2}{2}$ *i*, $\frac{1}{1}$ *c*, $\frac{6}{6}$ *b*. Madagascar. — Verwandt sind die Loris oder Faulaffen (*Stenops*) mit kurzer Schnauze, großen Augen, keinem oder kurzem Schwanz. Indien.

2. Der Koboldmaki (*Tarsius spectrum*) ist dadurch ausgezeichnet, daß gewisse Fußwurzelknochen (Fersenbein und Naviculare) außerordentlich verlängert sind[1]), so daß der Fuß wie gestielt erscheint; breite weiche Zehenballen; 2. und 3. Zehe mit Kralle; Schwanz lang, mit einem Haarbüschel am Ende; Augen von kolossaler Größe. Nachttiere, springen vorzüglich. Auf verschiedenen indischen Inseln.

3. Der Aye-Aye (*Chiromys madagascariensis*) ist ein in mehrfacher Hinsicht eigentümlicher Halbaffe. Vorn im Ober- wie im Untermund findet sich auf jeder Seite ein großer, wurzelloser Zahn, der an die Vorderzähne der Nager erinnert; der im Obermunde befindliche ist ein Schneidezahn, der des Unterkiefers scheint dem äußersten der drei bei anderen Halbaffen nach vorn gerichteten Zähne, also dem Eckzahn, zu entsprechen (demnach wird die Zahnformel lauten: $\frac{1}{0}$ *i*, $\frac{0}{1}$ *c*, $\frac{4}{3}$ *b*). Hinterdaumen mit Nagel, alle anderen Zehen und Finger mit Krallen; 3. Finger ausnehmend dünn (wird zum Hervorholen von Insecten aus Löchern und Spalten verwendet). Madagascar.

14. Ordnung. Primates, Primaten.

Der Daumen ist sowohl an den Vorder- wie an den Hintergliedmaßen von den übrigen Fingern oder Zehen getrennt und freier beweglich als diese, denen er gewöhnlich mehr oder weniger vollkommen gegenübergestellt werden kann, so daß die Gliedmaßen als Greifwerk-

1) Eine solche Verlängerung der Fußwurzel steht innerhalb der Säugetiere fast isoliert da; bei einigen verwandten Halbaffen findet sich jedoch eine Annäherung an dasselbe Verhältnis. (Vergl. auch die Fußwurzel der Anuren.)

zeuge fungieren können; besonders ist der Hinterdaumen gewöhnlich sehr frei und beweglich (mit Ausnahme des Menschen). In der Regel sind alle Finger und Zehen mit ziemlich schwach gewölbten Nägeln ausgestattet. Die Gesichtspartie ist gewöhnlich kurz und klein im Vergleich mit derjenigen anderer Säugetiere und mit der Schädelkapsel. Das Gesicht mehr oder weniger schwach behaart. Die Augen sind nach vorn gerichtet und sitzen dicht beisammen. Der Postorbitalbogen ist zu einer schräg gestellten dünnen Knochenplatte erweitert worden, deren innerer Rand an den Schädel festgewachsen ist und eine knöcherne Scheidewand zwischen Augenhöhle und Schläfengrube bildet. Die vorderen Zungenbeinhörner sind kürzer als die hinteren und das Zungenbein ohne direkte Verbindung mit dem Schädel. — In jeder Kieferhälfte finden sich 2 meiselförmige Schneidezähne, 1 Eckzahn von gewöhnlicher Form, 2 oder 3 Prämolaren und in der Regel 3 (selten 2) Molaren; alle Backenzähne höckerig, mit kurzen Kronen. — Der Uterus ist einfach (ohne Hörner). — Es finden sich stets nur zwei, an der Brust angebrachte Zitzen.

Sehr allgemein finden sich größere oder kleinere sackförmige, dünnwandige Ausstülpungen vom Kehlkopf. Bei den meisten Hundsaffen entspringt hinter der Basis des Kehldeckels eine mediane Ausstülpung, die z. B. bei den Pavianen zu einem großen Sack werden kann, der den Hals vorne völlig deckt. Es ist auch eine ähnliche Ausstülpung, die bei den Brüllaffen vorhanden ist (S. 709). Bei den großen Anthropomorphen, bei denen diese Ausstülpung fehlt, gehen dagegen oberhalb der Stimmbänder Luftsäcke aus, die bei alten Exemplaren enorm entwickelt sein können und sich über Hals und Brust erstrecken; sie können stark aufgeblasen werden. Beim Menschen fehlen sie.

Die Primaten sind gewöhnlich überwiegend zum Leben auf den Bäumen eingerichtet; manche bewegen sich jedoch auch mit Leichtigkeit auf der Erde auf allen vier Gliedmaßen, indem sie mit der ganzen Hand- und Fußfläche die Erde berühren. Nur der Mensch ist durch eine sehr starke Ausbildung der Hintergliedmaßen etc. zur ausschließlichen Bewegung auf der Erde auf den Hintergliedmaßen allein eingerichtet. — Es sind fast ausschließlich tropische Tiere, deren Hauptnahrung Früchte sind.

<table>
<tr><td rowspan="2">Hinterdaumen sehr beweglich. Hintergliedmaßen nicht, oder nicht viel, stärker als die Vordergliedmaßen.</td><td>Westaffen</td><td>Abstand zwischen den äußeren Nasenlöchern ziemlich groß. Kein knöcherner äußerer Gehörgang. In der Scheidewand zwischen Augenhöhle und Schläfengrube ein kleines Loch. $\frac{3}{3}$ p.</td></tr>
<tr><td>Ostaffen</td><td rowspan="2">Abstand zwischen den Nasenlöchern gering. Ein teilweise knöcherner äußerer Gehörgang. Kein Loch in der Scheidewand zwischen Augenhöhle und Schläfengrube. $\frac{2}{2}$ p.</td></tr>
<tr><td>Hinterdaumen wenig beweglich. Hintergliedmaßen außerordentlich stark entwickelt.</td><td>Menschen</td></tr>
</table>

1. Unterordnung. **Platyrrhini, Westaffen.**

Aeußere Nasenlöcher durch eine breite Hautbrücke getrennt, (Fig. 674). Drei Prämolaren oben und unten (Zahnformel in der Regel: $\frac{2}{2}$ *i*, $\frac{1}{1}$ *c*, $\frac{3}{3}$ *p*, $\frac{3}{3}$ *m*). Kein Teil des äußern Gehörgangs verknöchert. In der oben erwähnten Platte zwischen Augenhöhle und Schläfengrube

Fig. 674. Fig. 675.

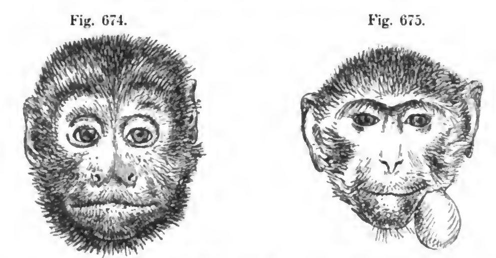


Fig. 674. Kopf eines Westaffen *(Cebus)*. — Orig.
Fig. 675. Kopf eines Ostaffen *(Cercopithecus)*, linke Backentasche auspräpariert, gefüllt. — Orig.

findet sich (im Hinterrande des Jochbeins) ein kleines Loch (d. h. die Platte ist nicht ganz vollständig). Backentaschen und Gesäßschwielen fehlen; Vordergliedmaßen in der Regel etwas kürzer als die Hintergliedmaßen; der Schwanz ist wohlentwickelt, zuweilen Greifschwanz. Ausschließlich in Süd- und Zentralamerika.

1. Die Rollaffen (*Cebus*) haben einen langen, ringsum behaarten Schwanz, der wie eine Uhrfeder zusammengerollt und um Aeste gewickelt werden kann. Bei den Brüllaffen (*Mycetes*) ist der sehr kräftige Schwanz, dessen Spitze an der Unterseite nackt und empfindlich ist, ein ausgezeichnetes Werkzeug zum Festhalten (das Tier kann z. B. am Schwanz allein hängen), ein echter Greifschwanz; der Zungenbeinkörper ist eine große Knochenblase, die eine Ausstülpung des Kehlkopfes enthält (brüllende Stimme). Die Klammeraffen (*Ateles*), mit ähnlichem Schwanz, sind dadurch ausgezeichnet, daß der Vorderdaumen rudimentär ist oder fehlt.

2. Die Krallenaffen (*Hapale*) haben nur auf dem Hinterdaumen einen platten Nagel, an allen übrigen Zehen und Fingern sind die Nägel dagegen so stark zusammengebogen, daß sie ganz krallenartig werden. Diese kleine Gruppe ist ferner dadurch von den übrigen Westaffen zu unterscheiden, daß nur $\frac{2}{2}$ *m* vorhanden sind. Der Schwanz ist behaart, kann nicht zusammengerollt werden. Der Vorderdaumen nur wenig selbständig. Die Krallenaffen stehen im übrigen den anderen Westaffen nahe.

2. Unterordnung. **Catarrhini, Ostaffen.**

Aeußere Nasenlöcher dicht nebeneinander. Zwei Prämolaren (Zahnformel stets: $\frac{2}{2}$ *i*, $\frac{1}{1}$ *c*, $\frac{2}{2}$ *p*, $\frac{3}{3}$ *m*). Innerer Teil des äußeren Gehörganges in beträchtlicher Ausdehnung knöchern. Die Platte zwischen Augenhöhle und Schläfengrube ohne Durchbohrung. — Backentaschen oft, Gesäßschwielen gewöhnlich, vorhanden; Schwanz niemals als Greifschwanz entwickelt, fehlt zuweilen. Ausschließlich in der alten Welt.

1. Die Hundsaffen (*Cynomorphae*). Unterhalb jedes der dicken, verbreiterten Sitzbeinenden befindet sich eine unbehaarte, gefärbte Haut-

partie, eine Gesäßschwiele. Nägel verhältnismäßig stark gewölbt. Schwanz in der Regel vorhanden. Hintergliedmaßen etwas länger als die Vordergliedmaßen. Backentaschen (eine Ausstülpung an jeder Seite) in der Regel vorhanden. Aeußerer Schneidezahn des Unterkiefers schmäler als (oder ebenso breit wie) der innere; 1. Molar des Unterkiefers mit vier Höckern. Der Brustkasten zusammengedrückt (wie gewöhnlich bei den Säugetieren); der Handgriff des Brustbeins breit, der übrige Teil sehr schmal. Becken lang und schmal, die Symphyse (die Linie, in welcher beide Beckenhälften unten zusammentreten) lang; die Darmbeine lang und schmal. Das Kreuzbein besteht aus drei Wirbeln. Keine *Appendix vermiformis* (vergl. S. 653, Anm. 1).

a) Die Meerkatzen (*Cercopithecus*). Schwanz lang, Schnauze kurz, Backentaschen vorhanden; mehrere Arten in Afrika. Nahe verwandt sind die Makaken (*Macacus*) mit längerem oder kürzerem Schwanz, alle in Asien, mit Ausnahme von *M. inuus*, mit rudimentärem, warzenförmigem Schwanz, in Nord-Afrika und bei Gibraltar (der einzige europäische Affe). — Die Paviane (*Cynocephalus*) unterscheiden sich von den Makaken durch ihre verhältnismäßig sehr gestreckte, hundeartige Schnauze; Schwanz lang oder kurz. Sie halten sich gewöhnlich auf der Erde, selten auf den Bäumen auf. Afrika und Arabien.

b) Bei den Schlaukaffen (*Semnopithecus*) fehlen die Backentaschen und der Magen ist in mehrere Abschnitte geteilt (bei anderen Affen einfach). Hierzu gehört unter anderen der mit einer stark verlängerten Nase versehene Nasenaffe (*S. nasicus*) auf Borneo. — Nahe verwandt sind die Stummelaffen (*Colobus*), bei denen der Vorderdaumen fehlt; Afrika.

2. Die Menschenaffen oder anthropomorphen Affen (*Anthropomorphae*). Keine oder kleine Gesäßschwielen. Nägel abgeplattet. Behaarung bei den Gibbons reichlich, bei den anderen an gewissen Körperstellen spärlich. Schwanz fehlt (rudimentäre Schwanzwirbelpartie aus 4—5 kleinen Wirbeln bestehend). Vordergliedmaßen länger als die Hintergliedmaßen. Keine Backentaschen. Aeußerer Schneidezahn des Unterkiefers breiter als der innere; 1. Molar des Unterkiefers mit 5 Höckern. Der Brustkasten breiter als bei den Hundsaffen, das Brustbein breit und platt. Das Becken hat bei den Gibbons dieselbe Form wie bei den Hundsaffen, bei den anderen sind die Darmbeine breiter, die Symphyse verkürzt. Das Kreuzbein besteht aus fünf Wirbeln. *Appendix vermiformis* vorhanden. — Die Menschenaffen sind ausschließlichere Baumbewohner als die übrigen Ostaffen; sie bewegen sich nicht auf der Erde in der Weise wie gewöhnliche Säugetiere (und wie die Hundsaffen es ebenfalls tun), sondern gehen auf den Hinterfüßen, indem sie sich auf die Knöchel der Vordergliedmaßen stützen, oder bewegen sich in anderer abweichender Weise. Hierzu gehören die größten Affen.

a) Die Gibbons (*Hylobates*) stehen den Hundsaffen am nächsten: sie besitzen kleine Gesäßschwielen, die Nägel sind stark gewölbt, und das Becken ist lang und schmal, dem der Hundsaffen ähnlich. Es sind Tiere mit dichter Behaarung und mit außerordentlich verlängerten Vordergliedmaßen; sie können auf den Hintergliedmaßen allein gehen, indem sie die Vordergliedmaßen schwingend bewegen. Kleiner als die folgenden. Mehrere Arten in Asien.

b) Der Orang-Utan (*Pithecus satyrus*). Kopf oben fast kegelförmig zugespitzt, Gesichtspartie stark hervortretend, Nase wie in das Gesicht eingedrückt. Vordergliedmaßen sehr lang; wenn das Tier sich

aufrichtet, reichen sie bis an die Fußknöchel. Hand und Fuß lang und schmal; Hinterdaumen ziemlich klein. Rotbraun. Höhe bis $1^1/_2$ m (das Tier in aufrechter Stellung gemessen). Sumatra und Borneo.

c) Der Schimpanse[1]) (*Troglodytes niger*) und der Gorilla[1]) (*T. gorilla*) sind in den meisten Punkten übereinstimmend. Die Nase ist zwar breit und abgeplattet, aber doch vorstehender als beim Orang. Die Vordergliedmaßen sind kürzer als bei diesem, die Hand und der Fuß breiter, der Hinterdaumen groß und wohlentwickelt. Beide sind schwarz. Der Gorilla erreicht eine Höhe von 1,7 m, der Schimpanse ist etwas kleiner. Beide in den tropischen Teilen West-Afrikas.

3. Unterordnung. **Anthropidae, Menschen.**

Im Vergleich mit den übrigen Primaten ist es für den Menschen besonders charakteristisch, daß die Hintergliedmaßen zu ausschließlichen Gehwerkzeugen umgebildet sind, zu Organen, die geeignet sind, den übrigen Körper in aufrechter Stellung ohne Beihilfe der Vordergliedmaßen zu tragen. Die Hintergliedmaßen sind dementsprechend ungemein kräftig, weit länger als die Vordergliedmaßen und außerordentlich muskulös. Der Hinterdaumen ist nur wenig mehr von den übrigen Zehen entfernt[2]) als diese voneinander, besitzt nur eine geringe selbständige Beweglichkeit und kann den übrigen nicht entgegengestellt werden; er ist ein wenig länger oder von derselben Länge wie die Zehe Nr. 2 oder sehr wenig kürzer (bei anderen Primaten weit kürzer): die anderen vier Zehen sind kurz, der Mittelfuß lang. Das Becken ist sehr kurz und breit, besonders sind die Darmbeine sehr kurz, breit und ausgehöhlt; die Symphyse ist kurz. Die Vordergliedmaßen, die sich in ihrem Bau eng an die der Menschenaffen anschließen, sind verhältnismäßig schwächer als bei diesen; es sind vorzüglich ausgebildete Greifwerkzeuge etc., die aber bei den gewöhnlichen Bewegungsarten ohne Bedeutung sind. Charakteristisch ist auch die außerordentliche Entwicklung des Gehirns[3]), was für den Schädel ein im Vergleich mit anderen Säugetieren abnormes Uebergewicht der Schädelkapsel über die beim Menschen sehr schwach entwickelte Gesichtspartie zur Folge hat; in seinem Bau steht das Gehirn im übrigen, sogar in ganz speziellen Verhältnissen, dem der Menschenaffen sehr nahe. Als Eigentümlichkeiten sind ferner die sehr schwache Behaarung des größten Teiles des Körpers hervorzuheben, sodann die Kleinheit des Eckzahns und, was hiermit eng zusammenhängt, der Mangel eines größeren Abstandes zwischen dem äußeren Schneidezahn und dem Eckzahn des Obermundes als zwischen den übrigen Zähnen untereinander (bei anderen Primaten greift der Eckzahn des Unterkiefers

---

1) Unter diesem Namen verbergen sich vielleicht mehrere naheverwandte Arten.

2) Der Abstand ist jedoch deutlich größer und die Spalte zwischen dem Daumen und der zweiten Zehe tiefer als zwischen den übrigen Zehen, übrigens größer und deutlicher bei Embryonen und kleinen Kindern als bei Erwachsenen.

3) Der Mensch hat jedoch keineswegs das größte Gehirn im Verhältnis zum ganzen Gewicht des Körpers; sogar innerhalb der Primaten finden wir bei kleinen Formen ein verhältnismäßig größeres Gehirn (bei einem Krallenaffen betrug z. B. das Gehirngewicht im Verhältnis zum ganzen Körper 1:20, beim Menschen beträgt es durchschnittlich ungefähr 1:40). Dagegen ist das Gehirn des Menschen weit größer als bei irgend einem anderen Tier von ähnlicher Größe (das Gehirn des Gorillas beträgt im Verhältnis zum Körpergewicht 1:200).



in diese Spalte, das *Diastema*, hinein); endlich ist anzuführen, daß der Brustkasten noch breiter und stärker abgeplattet ist als bei den Menschenaffen.

Im übrigen stimmt der Mensch in allen Hauptpunkten seines Baues mit den Ostaffen, besonders mit den Menschenaffen, überein. Den Ostaffen im allgemeinen schließt er sich in allen denjenigen Charakteren an, durch die letztere sich von den Westaffen unterscheiden: in der Stellung der Nasenlöcher, der Anzahl der Prämolaren (die Zahnformel des Menschen ist mit derjenigen der Ostaffen identisch), dem knöchernen äußeren Gehörgang, dem Fehlen einer Oeffnung in der Platte zwischen Augenhöhle und Schläfengrube, dem kleinen Blinddarm etc. Speziell mit den Menschenaffen, besonders den größeren (Orang, Schimpanse, Gorilla), stimmt er in Folgendem überein: Gesäßschwielen, Backentaschen und Schwanz fehlen; es ist dieselbe rudimentäre (aus 4—5 Wirbeln zusammengesetzte) Schwanzwirbelpartie vorhanden, die Nägel sind abgeplattet; der äußere Schneidezahn des Unterkiefers ist breiter als der innere; der 1. Molar im Unterkiefer mit 5 Höckern; der Brustkasten breit, das Brustbein breit und abgeplattet; dem breiten Becken des Menschen nähert sich in der Form dasjenige der großen Menschenaffen; das Kreuzbein besteht sowohl

Fig. 676. Schädel von:
1. Macacus. Stirn ganz niedrig, Vorderende des Unterkiefers sehr schräg.
2. Schimpanse. Stirn etwas höher, Vorderende des Unterkiefers steiler.
3. *Homo primigenius*, Chapelle-aux-Saints. Stirn höher, Vorderende des Unterkiefers steiler als beim Schimpansen, aber noch kein Kinn.
4. Australier. Stirn höher als bei Nr. 3. Deutliches Kinn.
5. Europäer. Viel höhere Stirn als bei Nr. 4. Deutliches Kinn (kann bei manchen Individuen weit stärker sein).
Die knöchernen Augenbrauen stark bei 1—3. Auch bei den Australiern können sie sehr stark sein.
Nr. 3 nach Boule, die anderen Original.

beim Menschen wie bei den Menschenaffen aus 5 Wirbeln. Die Lendenregion der Wirbelsäule hat eine charakteristische ventrale Konvexität, die bereits bei den Anthropomorphen vorhanden ist und offenbar zu der aufrechten Körperhaltung in Beziehung steht (bei anderen Primaten ist sie, wie bei den Säugetieren im allgemeinen, konkav, gewölbt, der wagerechten Körperhaltung entsprechend). Eine *Appendix vermiformis* ist am Blinddarm vorhanden. Es ist dieselbe Achselhöhlendrüse beim Menschen und beim Schimpanse und Gorilla (nicht aber beim Orang und den Gibbonen) vorhanden. Die genannten Aehnlichkeiten ließen sich noch durch zahlreiche andere vermehren. Ueberhaupt steht der Mensch den anthropomorphen Affen außerordentlich nahe; die Unterschiede sind fast alle solche, die aus der stärkeren Anpassung des Menschen an den aufrechten Gang, aus der starken Entwicklung des Gehirns und aus der größeren Schwäche gewisser Teile der Muskulatur, z. B. der Kiefermuskeln, abgeleitet werden können. Die innige Uebereinstimmung kann für eine oberflächliche Betrachtung an einzelnen Punkten durch untergeordnete Momente verschleiert werden; so scheint z. B. der Schädel des männlichen Gorillas — der von allen anthropomorphen Affen derjenige sein dürfte, der mit dem Menschen die größte Uebereinstimmung darbietet — auf den ersten Blick von demjenigen des Menschen sehr verschieden, z. B. durch das Vorhandensein von vorspringenden Knochenkämmen, die am menschlichen Schädel fehlen; die Ausbildung dieser Kämme steht aber in geradem Verhältnis zu der starken Entwicklung der Kiefer- und Nackenmuskulatur[1]), und eine sorgfältige, tiefer gehende Betrachtung ergibt in Wirklichkeit die innigste Uebereinstimmung in den meisten Punkten[2]).

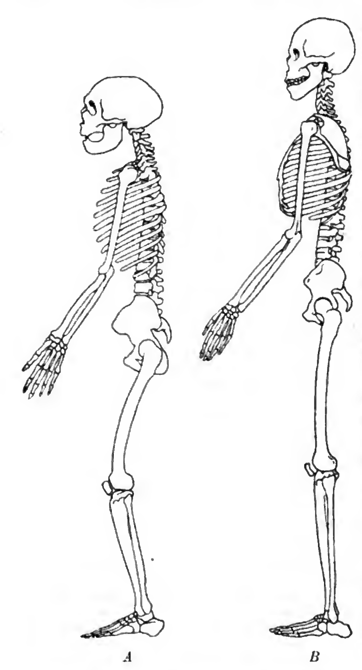
Alle Menschen werden herkömmlich unter einer Art, *Homo sapiens*, zusammengefaßt, die in eine Anzahl Rassen geteilt wird. Letztere sind übrigens untereinander zum Teil ebenso verschieden wie Arten innerhalb mancher anderen Tiergruppe; wenn sie zu einer Art zusammengefaßt werden, so geschieht das besonders wegen der Leichtigkeit, mit der sie in der Regel Bastarde bilden (vgl. S. 111). Die sog. niederen Rassen — Neger, Australier, Weddas (Ceylon) u. a. — zeigen in vielen Stücken stärkere Anklänge an die Anthropomorphen als die Europäer: die abgeplattete Nase fast ohne Nasenrücken, die vorspringendere Gesichtspartie, die schräg gestellten Vorderzähne, hervorspringendere knöcherne Augenbrauen, niedrigere Stirn, schmäleres Becken, und noch zahlreiche spezielle Charaktere des Knochengerüstes etc.

Den Homo sapiens findet man auch fossil in quaternären Ablagerungen. Aus derselben Periode kennt man aber von verschiedenen europäischen Fundorten eine andere Art von Homo, *H. primigenius*, den „Neandertaler“ (nach dem ersten Fundorte), der in vielen Punkten von allen jetztlebenden Menschen abweicht und den Anthropomorphen sicht-

---

1) Auch unter anderen einander nahestehenden Säugetieren können solche Kämme bei einer Form vorhanden sein, bei einer anderen fehlen (Dachs — Marder).

2) Die nahe Verwandtschaft mit den anthropomorphen Affen tritt auch bei verschiedenen Blutreaktionen hervor, z. B. bei der folgenden. Wenn Blutkörperchen einer Tierart in das Blut einer anderen transfundiert werden, tritt regelmäßig eine Lösung derselben in dem Serum (der Blutflüssigkeit) ein, wenn die beiden Tierarten nicht ganz nahe verwandt sind (Pferd — Esel, Hase — Kaninchen). Im menschlichen Serum werden Blutkörperchen von Pferd, Hund etc., Lemur, Westaffen, Hundsaffen aufgelöst, nicht aber Blutkörperchen von den anthropomorphen Affen.



lich näher steht. Es war eine ziemlich kleine robuste kurzhalsige Form mit kurzen Beinen und weniger eleganter Haltung als H. sapiens. Die Stirn war viel mehr „fliehend“ als bei denjenigen jetztlebenden Menschen, die die niedrigste Stirn besitzen; die knöchernen Augenbrauen stark hervortretend, bilden e i n e n zusammenhängenden Wulst (wie beim Schimpansen etc.); ein Kinn fehlt, was bei keinem jetztlebenden Menschen, dagegen bei allen Affen der Fall ist; der Zitzenfortsatz (hinter der knöchernen Gehöröffnung) ist nicht größer als beim Gorilla; Augenhöhlen sehr groß; Wirbelsäule kurz; Radius und Femur gebogen wie beim Gorilla; Zähne groß; Gehirn (nach dem Ausguß der Schädelhöhle) affenähnlicher als bei irgend einem jetztlebenden Menschen. Also eine ganze Reihe von Anthropomorphen-Anklängen.

Fig 677. *A* Rekonstruktion des Skeletes des *Homo primigenius* von La Chapelle-aux-Saints, ungef. $^1/_{14}$. *B* Skelet eines Australiers ungef. $^1/_{14}$. Beide Figg. nach Boule.

Noch tiefer stand der *Pithecanthropus erectus* (Java, quaternär oder pliocän), von dem man fast nur ein Femur und eine Schädelkalotte kennt. Die Stirn war noch viel niedriger als beim H. primigenius, ungefähr ebenso niedrig wie beim Schimpansen. Das Material ist aber zu spärlich, um viel damit anfangen zu können.

Anhang zu den Wirbeltieren.

Tunicata, Manteltiere.

Die Tunicaten sind eine kleinere Abteilung von Meerestieren, die in älterer Zeit allgemein den Mollusken zugerechnet oder mit anderen Gruppen von wirbellosen Tieren zusammengestellt wurde; erst in neuerer Zeit ist man sich darüber klar geworden, daß sie am nächsten mit den Wirbeltieren verwandt sind, wie dies namentlich aus der Entwicklungsgeschichte mit aller Klarheit hervorgeht. Besonders hat es sich ergeben, daß sie — wenigstens in der Jugend — mit den Wirbeltieren in dem Besitz einer Chorda dorsalis und in der Lagerung des zentralen Nervensystems über dieser übereinstimmen, also in Charakteren fundamentalster Natur. Auch das Vorhandensein eines ähnlichen Endostyls wie beim Amphioxus (und Ammocoetes) weist mit Entschiedenheit auf die Wirbeltiere hin. Wenn wir sie aber trotzdem nicht einfach dem Wirbeltier-Typus einverleiben, sondern als Anhang zu den Wirbeltieren behandeln, so geschieht das, weil die Hauptmasse der Tunicaten sich derartig eigentümlich entwickelt hat, daß die Wirbeltiercharaktere bei den Erwachsenen gänzlich verwischt sind und diesen ein ganz fremdes Gepräge aufgedrückt ist, weshalb es bequemer erscheint, sie gesondert zu behandeln.

Eine Einsicht in den Bau dieser Gruppe wird am besten erreicht, wenn wir verschiedene der dazu gehörigen kleineren Abteilungen jede für sich betrachten. Von allgemeinen Charakteren können jedoch folgende hervorgehoben werden: Das Skelet ist höchstens durch die Chorda repräsentiert, das Nervensystem ist schwach entwickelt, ebenso die Sinnesorgane. Die Tunicaten sind Zwitter; Eierstöcke und Hoden setzen sich direkt in die Ausführungsgänge fort. Bei manchen findet eine Fortpflanzung durch Knospung statt.

Den einfachsten und am leichtesten verständlichen Bau besitzen die **Appendicularien**, wasserhelle pelagische Tierchen, die mit kleinen Froschlarven eine gewisse Aehnlichkeit darbieten. Der Körper zerfällt in einen rundlichen Rumpf und einen abgeplatteten Schwanz, der gegen die Unterseite des Rumpfes zurückgeschlagen ist. Die Wand der geräumigen Mundhöhle ist an jeder Seite von einer bewimperten Oeffnung, der Kiemenöffnung, durchbrochen, die an der Oberfläche mündet; an der ventralen Seite der Mundhöhle ist ein Endostyl,

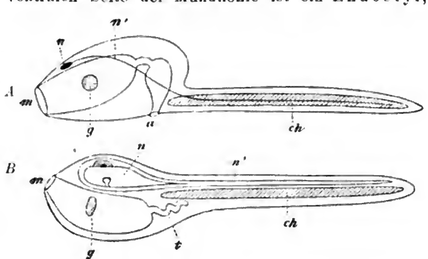


Fig. 678. *A* Schema einer Appendicularie, von der Seite gesehen, geradegestreckt. *B* dasselbe einer Ascidienlarve. *a* After, *ch* Chorda, *g* Kiemenhöhle, *m* Mund, *n* Gehirn, *n'* Nervenstrang, *t* Darm. — Orig. Schema.

ähnlich wie beim Amphioxus, entwickelt und an den Seiten und oben ein Paar ähnliche Wimperbogen wie bei diesem, die sich hier bis an die Speiseröhre fortsetzen. Der übrige Darmkanal ist kurz, der After befindet sich auf der Unterseite des Körpers. Die Chorda ist nur im Schwanz vorhanden, hier aber ansehnlich entwickelt. Das Zentralnervensystem ist durch einen Strang repräsentiert, der oberhalb der Mundhöhle zu einem größeren Knoten (dem Gehirn) angeschwollen und auch in seinem weiteren Verlaufe mit kleineren Anschwellungen versehen ist: er setzt sich durch den Schwanz an der linken Seite der Chorda fort, indem der plattgedrückte Schwanz eigentlich als ein seitlich zusammengedrückter Schwanz aufzufassen ist, der an der Basis 90° um seine Achse gedreht ist. Das einfache Herz liegt unterhalb des Darmkanals. Ein Gehörbläschen ist vorhanden, dagegen fehlen Augen.

Die Appendicularien liegen in je einer mächtigen, sehr kompliziert gebauten Gallerthülle, die vielmals größer ist als das Tier selbst; diese ist mit oberen und unteren Oeffnungen versehen, durch die mittelst der Bewegungen des Schwanzes Wasser oben eingesogen, unten ausgestoßen wird. Diese Hülle, die eine Absonderung der Epidermis ist, umgibt lose das Tier und kann von diesem verlassen und neugebildet werden. Sie entspricht ohne Zweifel dem unten erwähnten Mantel anderer Tunicaten.

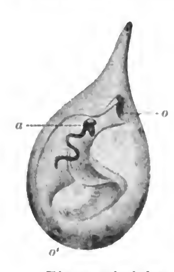


Fig. 679. Appendicularie in ihrem Gehäuse sitzend. *a* das Tier, *o* obere, *o'* untere Oeffnung des Gehäuses, dessen Höhlung eine komplizierte Form hat. — Nach Delage u. Hérouard.

Einen scheinbar ganz anderen Bau besitzen die **Ascidien** (Gattung *Ascidia* u. v. a.). Es sind tonnenförmige, rundliche oder anders gestaltete, häufig gallertige Tiere, die stets mit dem einen Ende oder der einen Seite des Körpers festsitzen. An dem freien Ende bemerkt man zwei Oeffnungen: davon führt die eine, die Mundöffnung, in eine kurze Eingangsröhre, an deren Boden ein Kreis von Tentakeln sich findet, die gegen die Mitte gerichtet sind: von diesem kurzen Rohr gelangt man in die außerordentlich geräumige Mundhöhle, den Kiemensack, deren Wand von zahlreichen bewimperten Oeffnungen durchbrochen ist: diese führen nicht direkt nach der Körperoberfläche, sondern in einen ausgedehnten, den Kiemensack umgebenden Hohlraum, den Peribranchialraum, der durch die zweite der Oeffnungen am Ende des Tieres, die Cloakenöffnung, mit der Außenwelt in Verbindung steht. Längs der Bauchseite ist der Kiemensack in einem Längsstreifen mit der Außenwand des Peribranchialraumes verwachsen, und hier findet sich im Kiemensack eine Längsfurche, die Bauchfurche oder der Endostyl (vergl. Amphioxus, S. 482), mit großen, schleimabsondernden Zellen und Wimperzellen: längs der entgegengesetzten Seite verläuft eine oft mit mehreren Zipfeln versehene Rückenleiste, die vorn mit dem Endostyl durch einen Wimperbogen auf jeder Seite verbunden ist. Die Mundhöhle geht hinten in eine enge Speiseröhre über, die in einen erweiterten Abschnitt, den Magen, sich fortsetzt: an der Grenze des letzteren und des kurzen Darmes mündet eine an der Oberfläche des Darmkanals sich verzweigende Drüse (Fig. 680, *d*). Der Darm mündet in den

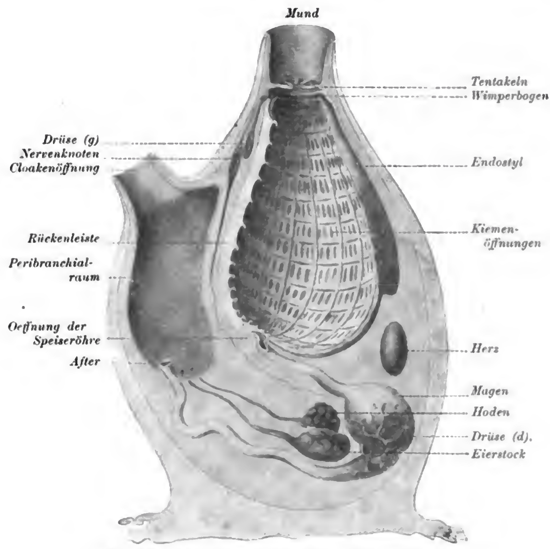
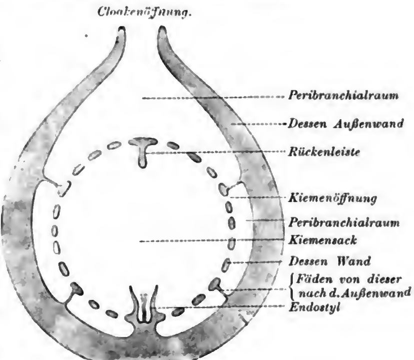


Fig. 680. Ascidie, längs durchschnitten. Schema.



Peribranchialraum aus. Das Herz liegt unterhalb des Darmkanals; merkwürdigerweise strömt das Blut abwechselnd in einer und in der umgekehrten Richtung durch dasselbe. Es ist ein ziemlich wohl entwickeltes System von Gefäßen vorhanden, namentlich ist der Kiemensack reich damit versehen. Die Blutkörperchen sind alle



Fig. 681. Querschnitt einer Ascidie. Schema.

amöboid, farblos. Das Zentralnervensystem ist auf einen Nervenknoten reduziert, der seinen Platz zwischen der Mund- und der Cloakenöffnung hat[1]). Als Excretionsorgane fungieren Zellengruppen von verschiedener Größe, in denen feste, harnsäurehaltige Körperchen magaziniert werden; Ausführungsgänge sind nicht vorhanden. Die Geschlechtsorgane (ein Eierstock und ein Hode) münden in der Nähe des Afters in den Peribranchialraum. Der Körper ist äußerlich mit einer gallertigen oder lederartigen Schicht, dem „Mantel", einem Produkt der Epidermis bekleidet[2]).

Der Unterschied zwischen den Appendicularien und den erwachsenen Ascidien ist somit sehr groß. Betrachtet man aber die Larven der Ascidien und vergleicht sie mit den Appendicularien (Fig. 678), dann wird das Verhältnis ein anderes; man findet dann eine nahe Uebereinstimmung in fast allen Punkten. Die Ascidienlarven sind in noch höherem Grade als die Appendicularien froschlarvenähnlich; sie haben einen rundlichen Rumpf und einen langen zusammengedrückten Schwanz mit einer Chorda, die sich auch ein wenig in den Rumpf hinein erstreckt; oberhalb der Chorda liegt das Zentralnervensystem, das sich nach hinten durch den ganzen Schwanz erstreckt und vorn eine Anschwellung (das Gehirn) besitzt; mit der Anschwellung ist ein Auge und ein als Gehörwerkzeug angesehenes Organ verbunden, beide liegen merkwürdigerweise in der Höhlung des Gehirns und sind besonders entwickelte Teile seiner Wandung; ein Peribranchialraum ist noch nicht vorhanden, dagegen finden sich zwei einfache Kiemenöffnungen, die von der Mundhöhle nach der Oberfläche gehen. Wie man hieraus ersieht, besteht eine sehr große Uebereinstimmung zwischen dieser Larvenform und den Appendicularien; bald setzt sich aber die Larve fest, der Schwanz schwindet und mit ihm die Chorda, die Sinnesorgane bilden sich zurück, etc., und die Larve nimmt allmählich die sehr abweichende Gestalt der erwachsenen Ascidie an.

Es ist leicht zu erkennen, wie genau der Bauplan dieser Larvenform an den der Wirbeltiere sich anschließt (gegenseitige Lage des Nervensystems, der Chorda und des Darmkanals); der Anschluß ist noch leichter als für die erwachsenen Appendicularien zu erkennen, deren Schwanzdrehung etc. die Uebereinstimmung etwas verschleiert. Es ist noch hervorzuheben, daß die Chorda sich ganz in derselben Weise wie bei den echten Wirbeltieren bildet.

Einige Ascidien bilden Stöcke, indem sie fadenförmige Ausläufer treiben, aus denen neue Individuen hervorwachsen, soziale Ascidien; die Individuen sind im übrigen voneinander fast unabhängig. Bei anderen stockbildenden Formen, den zusammengesetzten Ascidien (*Ascidiae compositae*), ist ein gemeinsamer Mantel vorhanden: die Kolonien bilden hier weiche, spongienähnliche, festsitzende Massen, in denen die Individuen gewöhnlich in (oft sternförmigen) Gruppen geordnet sind; in der Mitte jeder Gruppe ist meistens ein nach außen mündender Hohlraum, in den die Cloaken-

---

1) Dicht bei dem Nervenknoten liegt eine ansehnliche Drüse (Fig. 680, *g*), die vor der Rückenleiste mit einem trichterförmig erweiterten Endabschnitt in den Kiemensack ausmündet. Ihre Funktion ist unbekannt.

2) Der Mantel ist als eine sehr verdickte Cuticula aufzufassen. Von Interesse ist, daß er zerstreute Zellen enthält, die sich als amöboide Wanderzellen herausgestellt haben, welche sich aus dem Mesoderm durch die Epidermis in den Mantel begeben haben.

öffnungen sämtlicher Individuen der Gruppe ausmünden; die Mundöffnungen sind dagegen getrennt. — Hieran schließen sich auch die pelagischen, freischwimmenden leuchtenden Feuerwalzen (*Pyrosoma*) an. Die Pyrosoma-Stöcke haben die Form eines an einem Ende offenen, an dem anderen geschlossenen, dickwandigen Rohres, dessen Wand von den kleinen, dicht nebeneinandersitzenden Tieren gebildet wird; letztere haben die Mundöffnung an der Oberfläche des Rohres, die Cloakenöffnung an ihrem entgegengesetzten Ende, an der inneren Seite des Rohres; das Wasser, das durch den Mund aufgenommen wird, gelangt somit in den Hohlraum des Rohres hinein und für alle Individuen gemeinsam durch das offene Ende desselben hinaus; durch das ausströmende Wasser wird der Stock mit dem geschlossenen Ende voran fortgetrieben.

Eine merkwürdige Modifikation des Ascidientypus stellen die ebenfalls freischwimmenden **Salpen** (*Salpa*) dar. Mund- und Cloakenöffnung sitzen fast an entgegengesetzten Enden des Körpers. Der Kiemensack ist aber hier stark rückgebildet, indem seine seitlichen Teile fehlen, so daß — außer dem festgewachsenen Bauchstreifen mit dem Endostyl — nur seine Rückenpartie als ein in der vereinigten Kiemen- und Peribranchialhöhle ausgespannter Balken (*k*, Fig. 682)

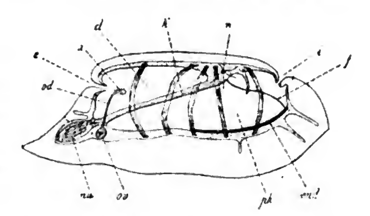


Fig. 682. Eine Salpe. *cl* Peribranchialraum, *e* Cloakenöffnung, *end* Endostyl, *f* Wimperbogen (vergl. S. 716), *i* Mund, *k* Balken (Kieme), *n* Nervenknoten, *nu* Eingeweide (Darm etc.), *od* Eileiter, *ov* Eierstock, *ph* Kiemenhöhle, *x* Mündungsstelle des Eileiters. — Nach Heider.

übrig bleibt. Die Eingeweidemasse ist im Verhältnis zum ganzen Tier von unbedeutendem Umfang, die genannte Höhle füllt weitaus den größten Teil des Tieres aus (auch bei den meisten anderen Tunicaten nimmt übrigens die Kiemenhöhle den größten Teil des Körpers ein). In der durchsichtigen Wand des Tieres sieht man schöne ringförmige Muskelbänder, durch deren Kontraktionen das Wasser durch den Körper getrieben wird; sie entsprechen einer zusammenhängenden Muskelschicht, die bei den Ascidien in der Leibeswand vorhanden ist.[1]) — Die Salpen sind aber nicht allein durch ihren Bau merkwürdig, sondern auch dadurch, daß sie ein Beispiel eines regelmäßigen Generationswechsels darbieten. Man findet von Salpen teils solitäre, ungeschlechtliche Individuen, teils kettenförmige Kolonien, die aus einer größeren oder kleineren Anzahl von ziemlich locker verbundenen geschlechtlichen Individuen zusammengesetzt sind. Die solitären erzeugen die Ketten durch Sprossung; die Kette bleibt, bis sie eine gewisse Entwicklung erreicht hat, in einer Höhlung in der Körperwand der solitären Salpe liegen, reißt später

1) Im Gehirn liegt ein hufeisenförmiges Auge von dem in Fig. 31, 2, S. 34 abgebildeten Typus.

los und schwimmt selbständig umher. Aus den Eiern der Kettenindividuen entwickeln sich dann die solitären. Die solitären und die Kettenindividuen sind mehr oder weniger voneinander verschieden. Die Individuen der Salpenketten sind ferner dadurch merkwürdig, daß sie zuerst Eier erzeugen, welche durch Samen von einer anderen Salpenkette befruchtet werden, während sie später selbst Samen produzieren; jedes Individuum erzeugt gewöhnlich nur ein einziges Ei, das seine Entwicklung im mütterlichen Körper durchläuft.

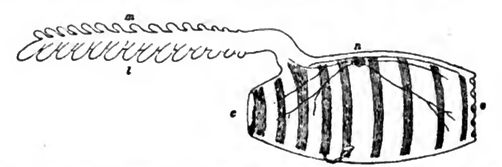


Fig. 683. *Doliolum*, Stammtier (Nr. 1) mit Knospen auf dem Rückenfortsatz. *l* Lateralsprossen (Nr. 2), *m* Mediansprossen (Nr. 3), *n* Nervenknoten, *o* Mundöffnung, *c* Cloakenöffnung. Vergl. den Text. — Schema. Nach verschiedenen Figuren kombiniert.

Mit den Salpen verwandt ist die Gattung *Doliolum*, tönnchenförmige Tierchen mit einer runden Oeffnung an jedem Ende; Kiemensack weniger als bei den Salpen rückgebildet. *D.* besitzt einen komplizierten Generationswechsel. Die Individuen, die aus den Eiern entstehen (Nr. 1), sind geschlechtslos und tragen dorsal einen Fortsatz, an dem zahlreiche Knospen sich befinden, die übrigens an der ventralen Seite des Tieres entstehen, sich aber schon früh ablösen und an der Oberfläche des Tieres nach dem Fortsatz wandern und sich dort festsetzen. Diese Knospen entwickeln sich entweder zu Lateralsprossen (Nr. 2), welche die ganze Gesellschaft (auch das Stammtier, Nr. 1, dessen Respirationsorgan und Darm atrophieren) ernähren und sich nie loslösen, — oder zu Mediansprossen (Nr. 3), die ebenso wie Nr. 1 und 2 geschlechtslos sind, dadurch aber abweichen, daß sie sich loslösen und die Knospen mit sich tragen, die zu Geschlechtstieren (Nr. 4) werden; letztere Knospen sind ebenfalls an Nr. 1 entstanden, aber auf Nr. 3 hinaufgewandert. Die Geschlechtstiere lösen sich schließlich von Nr. 3 ab; aus ihren Eiern entsteht wieder Nr. 1.

Von den oben genannten Formen sind verschiedene Arten von einfachen Ascidien in der Nordsee (und anderen europäischen Meeren) allgemein verbreitet; sie sitzen auf Tang, an Steinen, Pfählen etc. fest. Auch von zusammengesetzten Ascidien und von Appendicularien kommen in den nördlichen Meeren Arten vor. Pyrosomen, Salpen und Doliolum sind dagegen pelagische Tiere, die in den großen Weltmeeren sowie auch schon im Mittelmeer leben. — Alle Manteltiere ernähren sich von mikroskopischen Organismen, die mit dem Wasser in die Kiemenhöhle hineingelangen.

Register.

Corrigendum.

S. 269, Zeile 30. Statt: *S. filaria* lies: *Strongylus filaria*.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena — 4749



